Ernane Rosa Martins
(Organizador)
A PLURIVALÊNCIA DA ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO E SEU AMPLO CAMPO DE APLICAÇÃO
Atena
Editora
Ano 2021

Ernane Rosa Martins
(Organizador)

A PLURIVALÊNCIA DA ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO E SEU AMPLO CAMPO DE APLICAÇÃO

Ano 2021

Editora Chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Assistentes Editoriais
Natalia Oliveira
Bruno Oliveira
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto Gráfico e Diagramação
Natália Sandrini de Azevedo
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro
Imagens da Capa
Shutterstock
Edição de Arte
Luiza Alves Batista
Revisão
Os Autores

Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

A plurivalência da engenharia da computação e seu amplo campo de aplicação

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P737 A plurivalência da engenharia da computação e seu amplo campo de aplicação / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-014-5
DOI 10.22533/at.ed.014210305

1. Engenharia da computação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 621.39

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

Ano 2021

APRESENTAÇÃO

Segundo o dicionário Aurélio a Engenharia é a “Arte de aplicar conhecimentos científicos e empíricos e certas habilitações específicas à criação de estruturas, dispositivos e processos que se utilizam para converter recursos naturais em formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas. A Engenharia de Computação por sua vez tem como definição ser o ramo da engenharia que se caracteriza pelo projeto, desenvolvimento e implementação de sistemas, equipamentos e dispositivos computacionais, segundo uma visão integrada de hardware e software, apoiando-se em uma sólida base matemática e conhecimentos de fenômenos físicos. Está área estuda as técnicas, métodos e ferramentas matemáticas, físicas e computacionais para o desenvolvimento de circuitos, dispositivos e sistemas. Esta área também tem na matemática e na computação os seus principais pilares. O foco está no desenvolvimento de soluções que envolvam tanto aspectos relacionados ao software quanto à elétrica/eletrônica. O objetivo é a aplicação das tecnologias de computação na solução de problemas de Engenharia. Os profissionais desta área são capazes de atuar principalmente na integração entre software e hardware, tais como: automação industrial e residencial, sistemas embarcados, sistemas paralelos e distribuídos, arquitetura de computadores, robótica, comunicação de dados e processamento digital de sinais.

Este livro, dentro deste contexto, possibilita conhecer algumas das produções do conhecimento no ramo da Engenharia da Computação e diversos aspectos tecnológicos computacionais, que abordam assuntos extremamente importantes, tais como: a implantação de uma rede ótica passiva Gigabit (GPON); a instrumentalização da educação com recursos que permitam aos jovens sentirem-se acolhidos no ensino superior, e motivados à programação, dentre os quais neste destaca-se os jogos digitais, em especial o Robocode; aplicação do Método Trezentos, que consiste na divisão da turma em grupos de trabalho colaborativo com oito alunos; o desenvolvimento da Inteligência Artificial (IA) no Brasil; o processo de conversão de energia em sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica e sua relevância para a micro e minigeração distribuída; o desenvolvimento de jogos digitais; aplicação Android integrada a um circuito utilizando um Arduino Uno, que se mantém funcionando de maneira autônoma, utilizando conceitos de IoT; novas metodologia de ensino computacional nas escolas por meio de uma linguagem de programação; a implementação dos microsserviços; o desenvolvimento de um dispositivo de baixo custo para monitorar a potência aparente de residências monofásicas de baixa tensão; testes usando os sistemas operacionais Raspbian, Lubuntu, Q4OS e Fedora; um programa que utiliza técnicas de processamento de imagens, armazenamento de dados, manipulação de gráficos e de arquivos; aplicativos em síndromes coronarianas agudas; o TheBug, software mobile que visa auxiliar os agricultores e a comunidade acadêmica

por facilitar a identificação de pragas e agentes controladores naturais; e os fundamentos da computação quântica elucidando os conceitos de emaranhamento, paralelismo e a incapacidade de produzir cópias da unidade básica da computação quântica: o bit quântico ou, simplesmente, qubit.

Deste modo, este livro tem como objetivo apresentar algumas das produções atuais deste ramo do conhecimento, e ser um guia para os Engenheiros de Computação auxiliando-os em assuntos relevantes da área, fornecendo conhecimentos que podem permitir especificar, conceber, desenvolver, implementar, adaptar, produzir, industrializar, instalar e manter sistemas computacionais, bem como perfazer a integração de recursos físicos e lógicos necessários para o atendimento das necessidades informacionais, computacionais e da automação de organizações em geral. Está obra é significativa por ser composta por uma gama de trabalhos pertinentes da área, que permitem aos seus leitores, analisar e discutir diversos assuntos importantes.

Por fim, agradecemos a todos que contribuíram de alguma forma para a construção desta obra, principalmente aos autores por suas contribuições significativas na construção desta importante obra e desejo a todos os leitores muito sucesso, repleto de novas, excelentes e proveitosas leituras significativas, repleta de boas reflexões sobre os temas abordados.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

RELATÓRIO FINAL DO PROJETO "A REALIDADE AUMENTADA NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0 NAS ETAPAS DE SIMULAÇÃO, SUPERVISÃO E MANUTENÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS"

Data de aceite: 28/04/2021

Cícero Couto de Moraes
PEA

Rodrigo Muniz Izzo
NUSP 10336894

RESUMO: A pesquisa analisou os casos de utilização da realidade aumentada (RA) atuais e alguns cenários em que a utilização da RA poderia trazer benefícios consideráveis à indústria. Além disso, também foi desenvolvido um aplicativo que, além de ser utilizado para prova de conceito, resultará em uma nova experiência para um laboratório de graduação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. O aplicativo desenvolvido abranger três etapas importantes dos processos industriais, sendo elas a simulação, a supervisão e a manutenção. A análise da utilização da RA no setor industrial envolve um estudo bibliográfico a respeito das aplicações existentes e do potencial ainda não explorado da tecnologia. Já a prova de conceito consiste no desenvolvimento de uma aplicação de realidade aumentada capaz de simular e supervisionar o processo industrial de um reator químico, além de auxiliar na manutenção de um kit didático. O aplicativo criado se mostrou como uma boa prova de conceito para indicar o que a realidade aumentada pode trazer de benefícios. Entre estes benefícios, pode-se citar a possibilidade de treinamento de novos operadores de uma planta por meio da operação no simulador e também a possibilidade de diminuição de erros durante a manutenção de equipamentos. Além disso, o aplicativo criado também se mostra como uma boa forma de introduzir diversos conceitos relacionados não só à realidade aumentada, mas também à automação industrial, manutenção de equipamentos, sistemas supervisórios e virtualização. Um processo de amadurecimento ainda é necessário para que surjam soluções interessantes para o meio industrial. Logo, pode-se dizer que a realidade aumentada ainda não está pronta para um uso muito amplo dentro da indústria, especialmente no contexto da indústria 4.0, na qual o fluxo de informações é grande e constante e os equipamentos de suporte à realidade aumentada ainda não estão preparados para isso.

PALAVRAS-CHAVE: Realidade aumentada; indústria 4.0.

ABSTRACT: This research has analyzed the current use cases of augmented reality (AR) and also some scenarios in which AR could bring considerable benefits to industry. Furthermore, it was developed an app that was be used as proof of concept and also will result in a new experience to an undergraduate lab of Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. The developed app will cover three important steps of industrial processes: simulation, supervision and maintenance. The analysis of use of AR in industry embrace the bibliographic study of current applications and the non-explored potential of the technology. The proof of concept consists in the development of an AR application capable of simulating and supervising the industrial process of a chemical reactor, in addition to help in the

maintenance of a didactic kit. The created app has shown itself as a good proof of concept to indicate what benefits augmented reality can bring. One can point, between these benefits, the possibility of training new operators for a industrial plant with the operation in the simulator and also the possibility of decrease in the number of errors during the maintenance of equipment. Besides that, the developed app has also shown itself as a great manner of introduce many concepts related not just to augmented reality, but also to industrial automation, equipment maintenance, supervisory systems and virtualization. A maturation process is still required for the emergence of interesting solution for industry. Therefore, augmented reality is not ready yet for a broad usage inside industry, especially in the context of industry 4.0, where the information flow is big and constant and the augmented reality support equipment is not ready for that.
KEYWORDS: Agmented reality; industry 4.0.

1 I INTRODUÇÃO

A realidade aumentada (RA) é uma tecnologia inovadora no mercado e apresenta uma crescente expansão. Ela é identificada pela coexistência entre objetos reais e virtuais no mesmo ambiente, contanto que estes objetos virtuais sejam interativos em tempo real e se mesclem junto ao ambiente nas três dimensões [1]. Desta maneira, a RA pode ser entendida como a habilidade de inserir objetos gráficos computacionais no mundo real. Em uma interface de RA, o usuário consegue visualizar o mundo real com a inserção dos objetos virtuais por meio de dispositivos segurados em mãos ou montados na cabeça.

O objetivo do uso da RA é otimizar a percepção e interação do usuário com o ambiente em que ele está imerso por meio da disponibilização de informações que o usuário não consegue detectar com os próprios sentidos [1]. Esse objetivo se enquadra de maneira muito satisfatória nas metas da indústria 4.0. Por esse motivo, a utilização da RA no contexto industrial mostra grande potencial.

Aplicações para esta tecnologia nas áreas de marketing, entretenimento, educação e também na área médica são realidades atuais [2]. Na área industrial, porém, aplicações para a RA vêm surgindo e ganhando espaço, principalmente na parte de manutenção de equipamentos, design de produtos e controle da produção [3]. O avanço da virtualização dos processos industriais, característica inerente ao conceito de indústria 4.0 [4], abre o caminho para o surgimento de novas aplicações para a RA no ambiente industrial.

Desta maneira, esta pesquisa se apresenta como uma análise sobre o uso da RA nas etapas de simulação, supervisão e manutenção de processos industriais. Para esta análise, serão realizados estudos sobre o uso da RA nos processos industriais e, adicionalmente, será realizada uma prova de conceito através do desenvolvimento de um aplicativo para uso em dispositivos móveis.

2 I OBJETIVOS

Com esta pesquisa, procura-se a expansão dos conhecimentos sobre as aplicações da realidade aumentada nos processos industriais. Pretende-se analisar tanto os casos de utilização da realidade aumentada atuais como também benefícios consideráveis à indústria.

Além disso, desenvolver-se-á um aplicativo para dispositivos móveis que, além de ser utilizado para prova de conceito na presente pesquisa, resultará em uma nova experiência para a disciplina de graduação Laboratório de Automação e Proteção de Sistemas Elétricos e Industriais (PEA3509).

O aplicativo desenvolvido abrangerá três etapas importantes dos processos industriais, sendo elas a simulação, a supervisão e a manutenção. A etapa de simulação ocorrerá no aplicativo por meio da criação de um reator químico virtual. Será programado o comportamento deste reator, criando-se, assim, um modelo virtual que possa ser simulado. O objetivo desta etapa é avaliar os benefícios que a simulação de processos industriais com a tecnologia da realidade aumentada poderá fornecer.

Com o modelo virtual do reator químico, ainda será realizada a etapa de supervisão. Simultaneamente com a simulação em tempo real do reator químico, será criada uma interface que permitirá a supervisão de todas as fases do processo que ocorrerá no reator. O objetivo será comparar os sistemas supervisórios tradicionais utilizados atualmente na indústria, com os sistemas supervisórios que utilizam a realidade aumentada.

Para a etapa de manutenção, será criado modelo de um kit didático utilizado no Laboratório de Automação e Proteção de Sistemas Elétricos e Industriais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Neste modelo foi programado um roteiro utilizando o recurso de realidade aumentada para auxiliar o usuário na troca de componentes de proteção do kit didático real. Este roteiro tem como objetivo avaliar as vantagens de se utilizar a realidade aumentada para a manutenção de equipamentos industriais.

Como objetivo secundário da presente pesquisa, espera-se introduzir a tecnologia da RA no ensino junto a área de automação industrial na Escola Politécnica. Todas as etapas da pesquisa foram realizadas juntamente com o Convênio da Escola Politécnica e a Rockwell Automation do Brasil.

3 I METODOLOGIA

Esta pesquisa foi dividida em duas frentes:

- Análise do uso da realidade aumentada nas etapas de simulação, supervisão e manutenção de processos industriais;
- Desenvolvimento de uma prova de conceito.

A análise da utilização da RA no setor industrial envolveu o estudo bibliográfico a

respeito das aplicações existentes e do potencial ainda não explorado da tecnologia. A prova de conceito consiste no desenvolvimento de uma aplicação de realidade aumentada.

Para o desenvolvimento da aplicação, são utilizados os seguintes componentes:

- Plataforma de desenvolvimento do Unity com o software Vuforia da PTC para o desenvolvimento do aplicativo de realidade aumentada para dispositivos móveis;

- Controlador lógico programável (CLP) disponível no laboratório (MicroLogix 850) e programado através do software Connected Componets Workbench, da Rockwell Automation, para simulação do processo de um reator químico real;

- Software KepServerEX como plataforma de comunicação entre o CLP e o dispositivo móvel.

4 | PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Em vários processos há uma gama diversificada de aplicações que utilizam a realidade aumentada. Dentre eles, pode-se citar o design de produtos. Neste ramo tem-se como exemplo o grupo alemão Thyssenkrupp, que utiliza a realidade aumentada para auxiliar o design de cadeiras elevatórias para uso em escadas [5]. A realidade aumentada também já é utilizada em processos de armazéns, porém, em outros casos mais complexos ainda há barreiras para a implementação de soluções que utilizem RA. Esta tecnologia ainda necessita passar por um amadurecimento e por várias etapas para sua aceitação no meio industrial. Além disso, também é necessário que se desenvolvam soluções que se adequem aos diversos requisitos das diferentes áreas de cada indústria, como os processos, a segurança e o compartilhamento de dados em sistemas de TI [6].

Um exemplo de amadurecimento que ainda precisa ser feito é em relação à montagem de interfaces gráficas com RA. Em sistemas supervisórios convencionais, há regras definidas para o desenvolvimento da interface com o usuário, como o esquema de cores, o posicionamento e o tamanho das informações mostradas. Porém, em um sistema supervisório que utilize a realidade aumentada, no qual o plano de fundo não é fixo, ainda é necessário que se definam normas para a apresentação das informações ao usuário [7].

Um outro fator importante que impõe a baixa disseminação do uso da RA no meio industrial é o fato de que o ambiente industrial possui diversas intempéries que impossibilitam a utilização de equipamentos não-robustos. Dessa forma, ainda é necessário um maior desenvolvimento dos equipamentos de suporte à RA para possibilitar o uso de soluções que utilizem esta tecnologia. Estes equipamentos devem se enquadrar em diversos regulamentos utilizados na indústria, principalmente quanto à segurança operacional [8].

Outra aplicação em que a realidade aumentada apresenta potencial é na simulação dos processos. Operar máquinas complexas e realizar tarefas em que a experiência é

importante o uso da RA pode trazer enormes benefícios. Um exemplo disto foi a utilização de um simulador de soldas que utiliza RA para treinar novos soldadores [9].

Um dos pilares da indústria 4.0 é a ampla utilização de sensores para o monitoramento na automação de processos [10]. O fluxo de informações dentro de uma indústria deste tipo é muito grande e os equipamentos de suporte à realidade aumentada deve estar preparado para integração de todas as informações [11].

5 | PROVA DE CONCEITO

A prova de conceito desenvolvida consiste em um aplicativo capaz de simular e supervisionar o processo industrial de um reator químico e também de auxiliar na manutenção de um kit didático.

O desenvolvimento da prova de conceito foi dividido em seis partes, sendo elas:

- O desenho 3D de todos os objetos utilizados;
- As animações 3D dos objetos utilizados;
- A modelagem do processo químico que ocorre no reator químico;
- A implementação da interface de comunicação entre o CLP e o aplicativo;
- A construção de uma camada de segurança para o aplicativo;
- O desenvolvimento da interface gráfica.

Todas essas etapas são descritas nas subseções seguintes.

5.1 Desenho 3D

Esta etapa consistiu em realizar o desenho em três dimensões de todos os componentes que foram utilizados no aplicativo, por meio do software do tipo CAD 3D, SolidWorks.

Neste projeto, foi necessário o desenvolvimento de cinco modelos. O primeiro destes a ser desenvolvido foi o reator químico. Ele foi inspirado nos modelos de reator utilizados nas indústrias químicas. Ele apresenta, além do tambor de mistura, um tubo para a circulação de vapor e dois tanques para o armazenamento dos reagentes necessários na mistura. Na parte superior há um motor elétrico responsável pela rotação dá pá de agitação, esta localizada no interior no tambor de mistura. Há ainda no reator quatro válvulas, mas que serão citadas nas etapas seguintes. Uma renderização do modelo desenvolvido pode ser vista na figura 1, juntamente com corte para a visualização da pá de agitação.

Figura 1: Modelo 3D do reator químico.

O segundo objeto a ser desenhado foi a alavanca de acionamento do reator. Esta é composta por uma base e uma haste, e será utilizada como gatilho para o início do processo, conforme será explicado na etapa de modelagem do processo. A renderização desse objeto pode ser vista na figura 2.

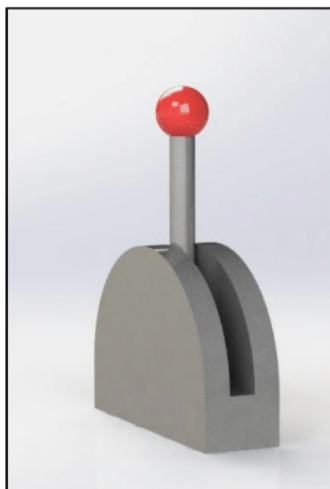



Figura 2: Modelo 3D da alavanca de acionamento.

A lâmpada de indicação foi o terceiro objeto a ser desenhado. Ela é composta por um cilindro de vidro e uma tampa cônica de metal. Seu objetivo é servir como indicação para o estado das válvulas de vapor, dos reagentes e de despejo (aberta ou fechada); para o estado dos sensores tipo boia (acionada ou não acionada); e para o estado do motor (ligado ou desligado). A indicação é feita pela mudança de cor do cilindro de vidro, o que será explicado na etapa de animações 3D. Uma renderização desse objeto pode ser vista na figura 3.

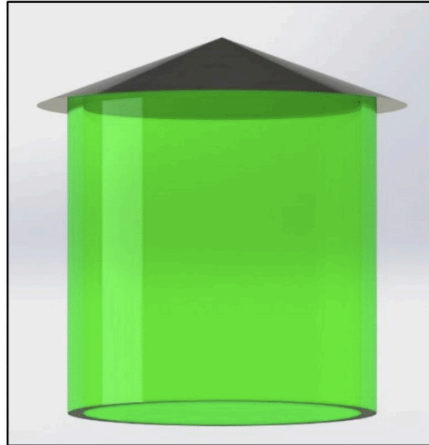



Figura 3: Modelo 3D da lâmpada de indicação.

O próximo objeto a ser desenhado foi o barril. Seu objetivo é servir de armazenamento para o produto final do processo realizado pelo reator químico. Uma renderização desse objeto pode ser vista na figura 4.

Figura 4: Modelo 3D do barril.

O último objeto desenhado foi o kit didático utilizado em uma das experiências realizadas no Laboratório de Automação. Este objeto será utilizado na etapa de manutenção do aplicativo. Ele é composto por uma caixa metálica com 19 bornes, 1 potenciômetro, 10 LEDs, 1 fusível e 3 chaves. Uma renderização desse objeto pode ser vista na figura 5.

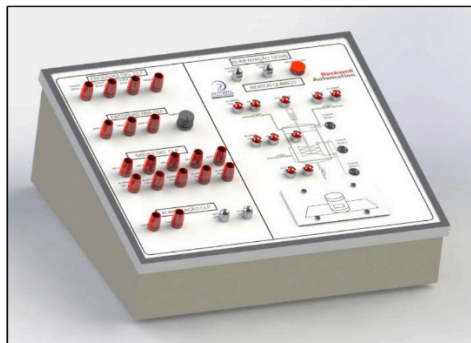



Figura 5: Modelo 3D do kit didático.

5.2 Animações 3D

A etapa de animações 3D consiste em programar todas as alterações que os objetos criados na etapa anterior (5.1) sofrerão durante o uso do aplicativo, tanto em cor como em posição. As animações foram programadas dentro da plataforma Unity. Os objetos que possuem animações são: a pá de agitação; a alavanca de acionamento; as lâmpadas de indicação; o barril de armazenamento e a tampa do fusível do kit didático.

Na pá de agitação, a animação criada foi a representação da rotação da mesma. Esta rotação é realizada quando o motor elétrico é acionado, conforme explicado na seção de modelagem do processo.

A alavanca de acionamento possui duas posições possíveis: acionada e não acionada. Desta maneira, a animação programada foi a de movimentação da haste da alavanca. A mudança de estado foi programada para ocorrer quando a alavanca for pressionada no aplicativo.

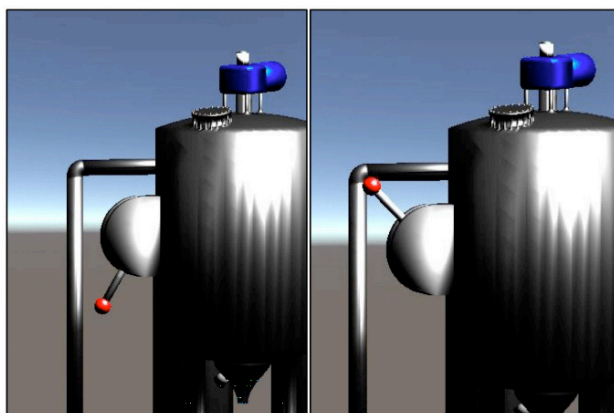



Figura 6: Animação da alavanca de acionamento.

As lâmpadas de indicação possuem dois estados. A simbologia dos estados possíveis foi programada com cores diferentes. Desta forma, os estados acionado foi representado pela cor verde e o não acionado, pela cor vermelha.

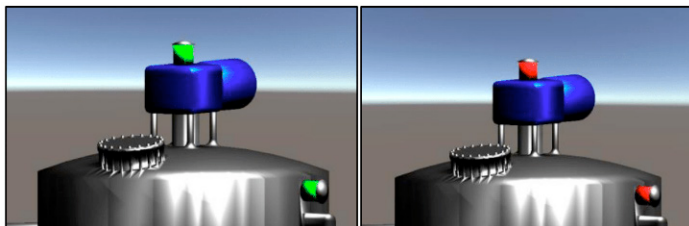



Figura 7: Animação da lâmpada de indicação.

O barril de armazenamento possui duas animações. A primeira delas é a de posicionamento do mesmo. Ele possui duas posições possíveis. Uma embaixo da válvula de despejo, localizada na parte inferior do reator, e outra em algum lugar ao lado do reator. Essa mudança de posição foi programada para ocorrer quando o barril for tocado no aplicativo.

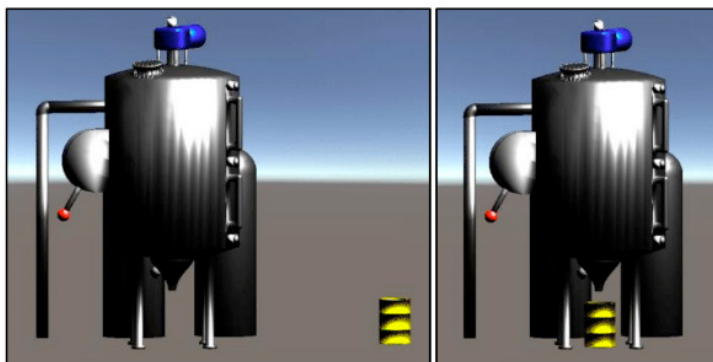



Figura 8: Animação de posicionamento do barril.

A segunda animação adicionada ao barril foi a de enchimento deste pelo produto processado. Esse enchimento ocorre quando a válvula de despejo é aberta e o barril se encontra debaixo do reator. O enchimento consiste em uma imagem de um líquido roxo, usado como produto do processo do reator, subindo até o topo do barril. Esta animação é acionada de forma inversa durante o processo de esvaziamento, que ocorre quando o barril está na posição ao lado do reator.

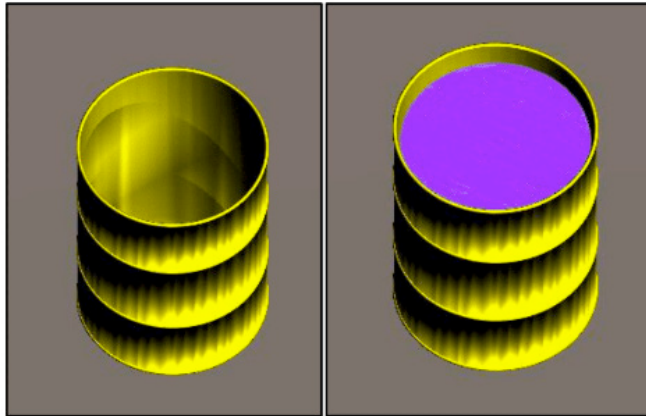



Figura 9: Animação de enchimento do barril.

A tampa do fusível do kit didático possui apenas uma animação acionada em dois momentos. A animação consiste na movimentação da tampa para cima e para baixo chamando a atenção do usuário para a localização desta. A animação acontece tanto na etapa de remoção da tampa quanto na de recolocação da mesma, ambas na parte de manutenção do aplicativo.

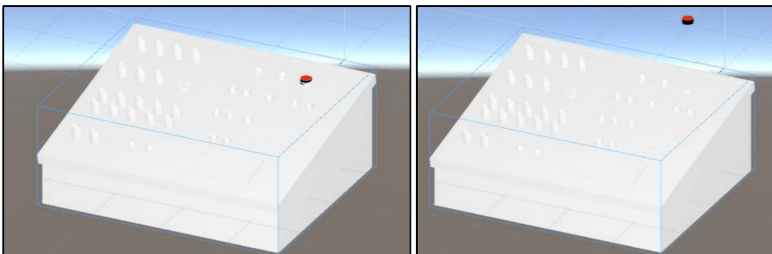



Figura 10: Animação da tampa do fusível.

5.3 Modelagem do processo

A modelagem do processo industrial foi a terceira parte do desenvolvimento do aplicativo. Nesta etapa, foram desenvolvidos todos os códigos referentes ao comportamento do processo desenvolvido pelo reator químico.

Este processo consiste na fabricação de um produto final por meio da mistura de dois reagentes e é composto por quatro etapas, todas elas descritas nos itens abaixo.

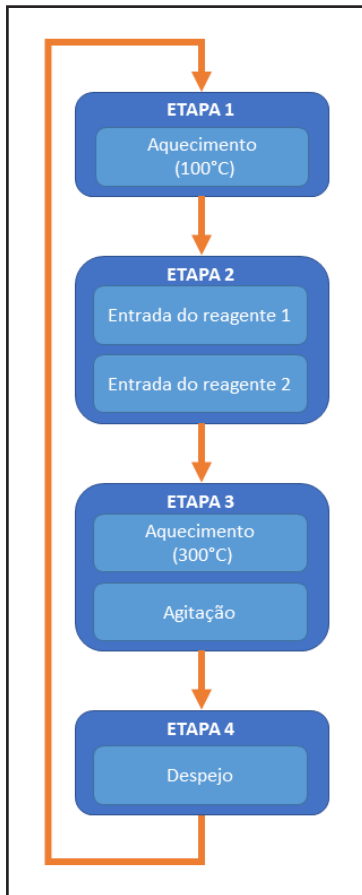



Figura 11: Diagrama das etapas do processo.

- **Etapa 1:** A primeira etapa consiste no aquecimento do reator até a temperatura de 100°C para que o processo seja iniciado. Esse aquecimento é realizado por meio da abertura da válvula de vapor e só tem início caso a alavanca de acionamento esteja ativada e o barril de armazenamento esteja posicionado debaixo do reator.

- **Etapa 2:** Esta etapa consiste na entrada dos reagentes no reator. Primeiro é feita a introdução de 400 litros do reagente 1 por meio da abertura da válvula referente a este reagente. O fechamento desta válvula ocorre no momento em que o sensor indicador de 400 litros é acionado. O mesmo ocorre para a entrada do reagente 2. Sua válvula é aberta após o fechamento da válvula do reagente 1 e só é fechada no momento em que a boia indicadora de 600 litros é ativada.

- **Etapa 3:** A terceira etapa abrange mistura dos reagentes para a produção do produto final. Porém, antes de se iniciar a mistura, é necessário que se realize o aquecimento do reator até a temperatura de 300°C. Atingida esta tempera-

tura, o motor responsável pela rotação da pá de agitação é acionado por 20 segundos.

- **Etapa 4:** A última etapa do processo consiste no despejo do produto final no barril de armazenamento. Para isto, é necessário verificar novamente se o barril se encontra localizado abaixo do reator. Em caso positivo, a válvula de despejo do produto final é acionada, realizando, assim, o enchimento do barril. Em caso negativo, o processo fica parado até que o barril seja posicionado debaixo do reator.

Este processo foi separado em duas partes e cada uma delas foi programada em uma plataforma diferente. A primeira parte, refere-se ao comportamento do reator frente às leituras dos sensores (boias) e envio de comandos (abertura e fechamento das válvulas), que foi programada no controlador lógico programável (CLP). Para esta parte, foi utilizada linguagem Ladder, escrita por meio do software Connected Components Workbench, da Rockwell Automation.

A segunda parte refere-se ao controle da temperatura e do volume de reagentes presente dentro do reator. Foram estabelecidos os setpoints e se ao atingir estes valores, foi programado comando da dinâmica do reator. Esta parte foi programada com linguagem C# no software Unity.

Todos os códigos escritos e um vídeo com uma demonstração do funcionamento do aplicativo podem ser encontrados no link www.bit.ly/codigosIC.

5.4 Interface de comunicação

A comunicação entre o CLP e o aplicativo não pode ser feita de maneira direta. Por este motivo, foi necessária a configuração de uma interface de comunicação entre os dois. Esta interface foi desenvolvida por meio do software KEPServerEx.

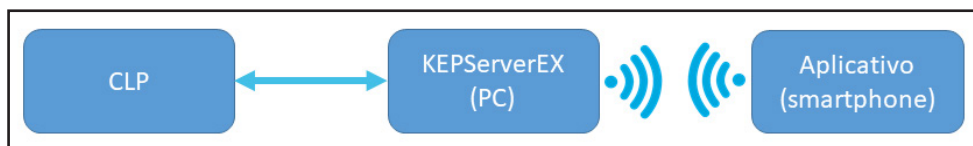



Figura 12: Diagrama da interface de comunicação.

Neste software, a aquisição dos dados do CLP foi realizada por meio de uma rede Ethernet. Por esse motivo, para garantir o desempenho da interface, o computador em que o KEPServerEx está sendo executado deve estar conectado na mesma rede Ethernet que o CLP. A tela capturada do KEPServerEx referente a comunicação entre o CLP e o próprio KEPServerEx pode ser vista na figura 6.

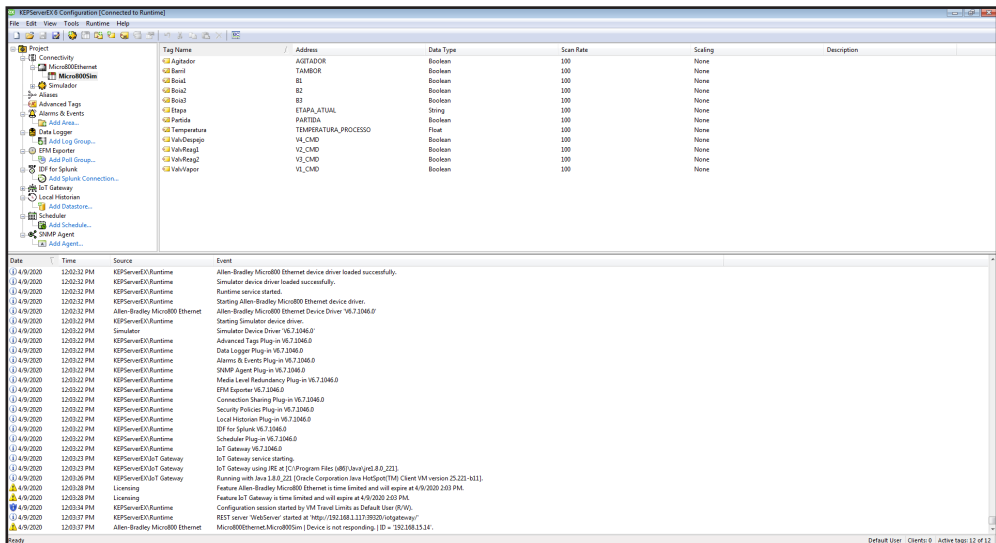



Figura 13: Tags do CLP no KEPServerEx.

Para a comunicação com o aplicativo, foi construído, também no KEPServerEX, um servidor Web. Desta maneira, a comunicação entre o aplicativo e o KEPServerEX pode ser realizada de forma simples por meio de requisições HTTP do tipo GET, para ler os dados, e do tipo PUT, para enviar os comandos, bastando apenas o aplicativo estar conectado na mesma rede que o computador executando o KEPServerEX.

Após a configuração das comunicações entre o CLP e o KEPServerEx e entre o aplicativo e o servidor Web do KEPServerEX, realizou-se a conexão dos dados do CLP e os dados disponíveis no servidor Web. Esta tarefa é feita de forma simples, bastando escolher os dados do CLP para serem armazenados no servidor Web. Uma captura de tela da configuração do servidor Web pode ser vista na figura 7.

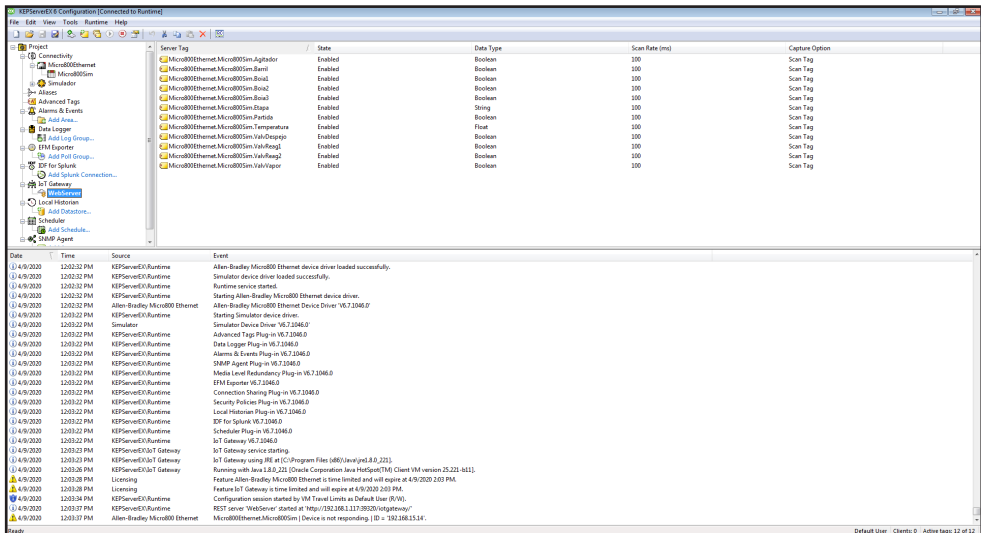



Figura 14: Configuração do Web Server no KEPServerEx.

5.5 Camada de segurança

A quinta etapa do desenvolvimento do aplicativo foi realizada no software KEPServerEX. Ela consistiu em adicionar uma camada de segurança ao aplicativo, etapa crucial nas aplicações industriais.

A forma de segurança escolhida foi a adição da necessidade de autenticação para que as requisições HTTP no servidor Web fossem validadas. Para isto, foi adicionado um par usuário - senha que tem liberdade de realizar estas requisições. Desta maneira, para que o aplicativo possa se comunicar com o servidor Web, é necessário que o usuário insira no aplicativo o par usuário - senha válido.

5.6 Interface gráfica

A última etapa do desenvolvimento do aplicativo foi a criação da interface gráfica. Esta foi feita inteiramente por meio do software Unity.

Ao iniciar o aplicativo, é mostrada a tela inicial. Esta tela pode ser dividida em três partes: cabeçalho, rodapé e corpo. No cabeçalho está presente o nome da disciplina em que o aplicativo poderá ser utilizado. Já no rodapé são apresentados os logotipos da POLI e da Rockwell Automation, apoiadora do projeto. Por último, no corpo, são visíveis dois botões. O primeiro deles, mais acima, leva o usuário para a tela de login da parte de simulação e supervisão. Já o segundo, mais abaixo, leva o usuário para a parte de manutenção.

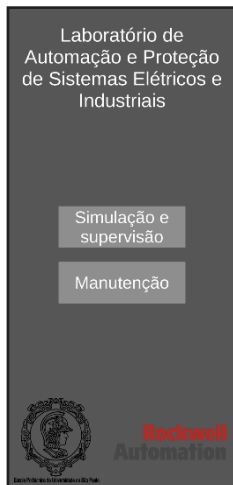



Figura 15: Tela inicial.

Na tela de login da parte de simulação e supervisão, o usuário deve inserir o URI do servidor Web, este disponível nas configurações do servidor Web no KEPServerEx. O usuário também deve inserir o par usuário e senha válido que foi adicionado na etapa da adição da camada de segurança. Quando todos estes campos forem preenchidos corretamente, o usuário poderá acionar o botão “Iniciar” para seguir para a próxima tela.

Figura 16: Tela de login da parte de simulação e supervisão.

A próxima tela que será mostrada ao usuário é a de posicionamento dos objetos de realidade aumentada. Esta etapa foi desenvolvida por meio da utilização do pacote Vuforia, da PTC, que agrega funcionalidades de realidade aumentada ao Unity. O usuário deverá

apontar a câmera do dispositivo para uma superfície plana que, após identificada, permitirá que o usuário posicione os objetos clicando na posição desejada. Após este clique, os objetos aparecerão na tela e poderão ser movimentados por meio de gestos com os dedos. Quando os objetos estiverem na posição desejada, o usuário deverá clicar sobre o botão “Pronto” para confirmar o posicionamento.

Figura 17: Posicionamento do reator químico.

Após o objeto ser posicionado, nota-se que ao lado do reator, há um quadro de “Informações”. Este quadro foi desenvolvido com a funcionalidade de RA e, por esse motivo, está inserido no ambiente 3D juntamente com os outros objetos programado para sempre ficar na posição frontal para o usuário. As informações contidas neste quadro são referentes ao processo em andamento no reator. Estão disponíveis a etapa atual do processo; a temperatura interna do reator; o volume de líquido contido no reator; a estado na alavanca; o estado do barril; e o estado da pá de agitação.

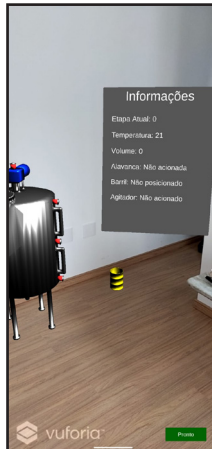



Figura 18: Quadro de informações.

Ainda na parte de simulação e supervisão houve a implementação de um menu lateral. Este menu aparece quando o botão localizado na margem esquerda da tela do aplicativo é pressionado. Neste menu, estão presentes a opção de habilitar ou não o quadro de informações; a opção de reposicionar o reator; e a opção de voltar à tela inicial.

Figura 19: Menu lateral.

A parte de manutenção possui uma tela. Ao ser aberta, o usuário se deparará com uma mensagem instruindo o usuário a apontar a câmera para o kit didático. Assim que o kit for reconhecido, a mensagem mudará e pedirá ao usuário que selecione, no menu lateral, a atividade que ele gostaria de realizar. Foi implementada uma atividade, sendo ela a troca do fusível do kit didático. Ao selecionar a troca do fusível, serão apresentados os passos

para a conclusão desta atividade. Nessa parte de manutenção, a realidade aumentada é utilizada para auxiliar o usuário na localização da tampa do fusível no kit didático.

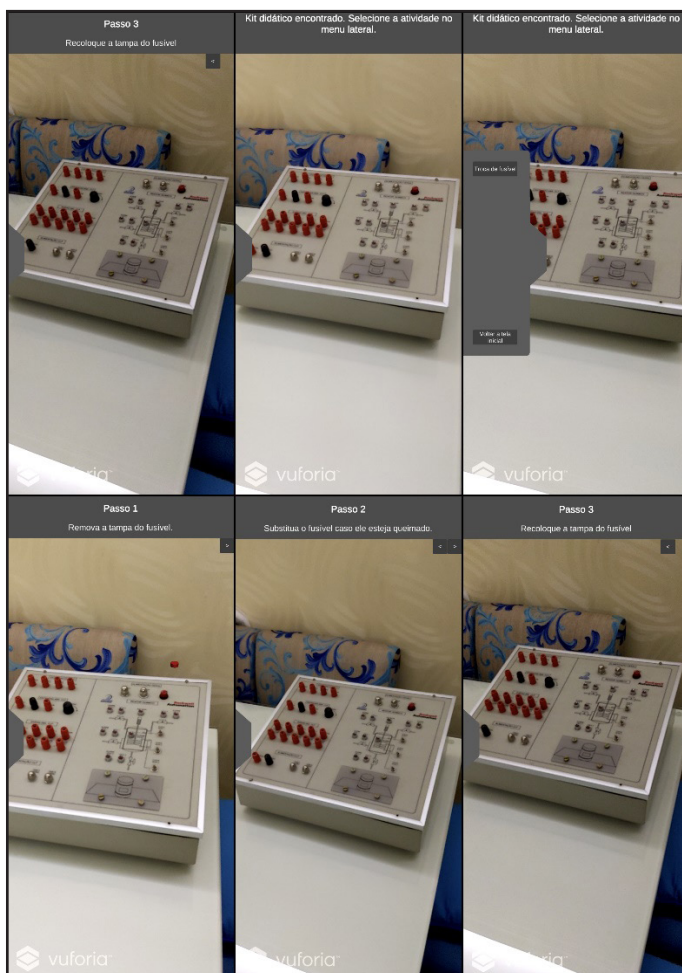



Figura 20: Telas da manutenção.

6 I CONCLUSÃO

Esta pesquisa se apresentou como um estudo sobre a utilização da realidade aumentada no contexto industrial. Inicialmente, foram apresentadas as atuais aplicações desta tecnologia e o que é necessário para que ela seja capaz de alcançar o potencial que possui. Foi mostrado que um processo de amadurecimento ainda é necessário para que surjam soluções interessantes para o meio industrial. Pode-se concluir que a realidade aumentada ainda não está pronta para um uso muito amplo dentro da indústria tanto brasileira quanto do resto do mundo, especialmente no contexto da indústria 4.0, na qual

o fluxo de informações é grande e constante e os equipamentos de suporte à realidade aumentada ainda não estão preparados para isso.

Adicionalmente, foi desenvolvido um aplicativo capaz de simular e supervisionar um processo de um reator químico ajustado para uma experiência didática e também de auxiliar na manutenção de um kit didático para a disciplina de graduação Laboratório de Automação e Proteção de Sistemas Elétricos e Industriais (PEA3509). O aplicativo criado se mostrou como uma boa prova de conceito para mostrar o que a realidade aumentada pode trazer de benefícios. Entre estes benefícios, pode-se citar a possibilidade de treinamento de novos operadores de uma planta por meio da operação no simulador e também a possibilidade de diminuição de erros durante a manutenção de equipamentos. Além disso, o aplicativo criado também se mostra como uma boa forma de introduzir diversos conceitos relacionados não só à realidade aumentada, mas também à automação industrial, manutenção de equipamentos, sistemas supervisórios e virtualização.

REFERÊNCIAS

[1] Azuma, Ronald T. "A survey of augmented reality." *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* 6.4 (1997): 355-385.

[2] Carmigniani, Julie, and Borko Furht. "Augmented reality: an overview." *Handbook of augmented reality*, Springer, New York, NY, 2011. 3-46.

[3] Regenbrecht, Holger, Gregory Baratoff, and Wilhelm Wilke. "Augmented reality projects in the automotive and aerospace industries." *IEEE computer graphics and applications* 25.6 (2005): 48-56.

[4] Rüßmann, Michael, et al. "Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries." *Boston Consulting Group* 9.1 (2015): 54-89.

[5] OLIVEIRA, Gus. Realidade aumentada: indústrias mais eficientes e seguras. Signia Digital, 2020. Disponível em: <https://signiadigital.com.br/insights-realidade-aumentada-industrias-mais-eficientes-seguras/>. Acesso em: 05 de out. de 2020.

[6] Masood, Tariq, and Johannes Egger, "Augmented reality in support of Industry 4.0—Implementation challenges and success factors." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 58 (2019): 181-195.

[7] Baron, Lukas, and Annerose Braune. "Case study on applying augmented reality for process supervision in industrial use cases." *2016 IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*. IEEE, 2016.

[8] Lorenz, Mario, Sebastian Knopp, and Philipp Klimant. "Industrial augmented reality: Requirements for an augmented reality maintenance worker support system." *2018 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*. IEEE, 2018.

[9] Kobayashi, Kazuhiko, Shinobu Ishigame, and Hideo Kato. "Simulator of manual metal arc welding with haptic display." *Chiba University, ICAT* (2001).

[10] Lasi, Heiner, et al. "Industry 4.0." *Business & information systems engineering* 6.4 (2014): 239-242.

[11] Fraga-Lamas, Paula, et al. "A review on industrial augmented reality systems for the industry 4.0 shipyard." *Ieee Access* 6 (2018): 13358-13375.

CAPÍTULO 2

A RECOMMENDER FOR RESOURCE ALLOCATION IN COMPUTE CLOUDS USING GENETIC ALGORITHMS AND SVR

Data de aceite: 28/04/2021

Thiago Nelson Faria dos Reis
Universidade Federal do Maranhão
http://lattes.cnpq.br/7902592398426978

Mário Antonio Meireles Teixeira
Universidade Federal do Maranhão
http://lattes.cnpq.br/9943003955628885

João Dallyson Sousa de Almeida
Universidade Federal do Maranhão
http://lattes.cnpq.br/6047330108382641

Anselmo Cardoso de Paiva
Universidade Federal do Maranhão
http://lattes.cnpq.br/6446831084215512

RESUMO: A alocação de recursos em Cloud Computing tem sido feita de forma reativa, dificultando as garantias de serviço e gerando cobrança desnecessária de recursos ociosos. Para mitigar esses problemas, este trabalho propõe e avalia uma abordagem preditiva de alocação de recursos, implementada como um Recomendador de Configuração, baseada em Regressão de Vetores de Suporte (SVR) e Algoritmos Genéticos (AG). Essa combinação é usada para estimar o tempo de execução do aplicativo e recomenda uma configuração viável e válida de recursos na nuvem, quanto ao tempo de execução e custos. Como um estudo de caso, são escolhidos aplicativos de aprendizado de máquina baseados na ferramenta Weka. Os resultados mostram que os tempos previstos estiveram muito próximos dos reais, conseguindo uma estimativa eficiente de tempo e custo e suas consequentes reduções.

PALAVRAS-CHAVE: Redes de computadores, virtualização de plataformas, serviços da Web, algoritmos genéticos, modelos preditivos.

ABSTRACT: Resource allocation in Cloud Computing has been done reactively, hindering service guarantees and generating unnecessary charging of idle resources. In order to mitigate these problems, this work proposes and evaluates a predictive resource allocation approach, implemented as a Configuration Recommender, based on Support Vector Regression (SVR) and Genetic Algorithms (GA). This combination is used to estimate application runtime and recommends a viable and valid configuration of resources in the cloud, regarding execution time and monetary costs. As a case study, machine learning applications based on the Weka tool are chosen. The results show that predicted times were very close to actual ones, achieving an efficient estimation of time and cost and their consequent reduction.

KEYWORDS: Computer networks, Platform virtualization, Web services, Genetic algorithms, Predictive models.

1 | INTRODUÇÃO

A redução de custos é um desafio constante, tanto para os provedores quanto para os usuários da computação em nuvem. Uma questão a ser respondida é: como determinar quais recursos serão necessários para executar

uma tarefa, e por quanto tempo? De acordo com [1], a maioria dos serviços de análise é reativa, ou seja, somente após a demanda se mostrar necessária é que os recursos serão provisionados, normalmente em até 5 minutos, e leva-se ainda um certo tempo até que seja identificado que os recursos alocados não mais estão sendo usados (em média, 15 minutos). Considere também o tempo necessário para os recursos estarem efetivamente disponíveis. Durante este tempo de análise e disponibilização dos recursos, existe o risco da qualidade de serviço (QoS) e do nível de serviço (SLA) contratados pelo cliente não serem garantidos, além da cobrança ou alocação desnecessária de recursos.

Em [2], demonstra-se uma abordagem mais eficiente de migração entre máquinas virtuais, mas ainda assim a abordagem reativa apresenta um custo computacional maior. Uma forma de resolver este problema é mudar dessa abordagem de análise reativa para uma análise *preditiva* ou *pró-ativa*, a qual permite estimar quais recursos serão necessários antes da execução da tarefa, alocando-os previamente.

Como ferramentas para análise e estimação do uso de recursos, destacam-se as Redes Neurais, Regressão Linear e Máquina de Vetores de Suporte. Na literatura, pode-se identificar alguns trabalhos que utilizam Aprendizado de Máquina e Inteligência Computacional, com esta finalidade, em ambientes em nuvem.

Em [1], é apresentada uma estratégia de alocação de recursos pró-ativa baseada na predição de demanda de uso de recursos, utilizando *Support Vector Regression* (SVR), juntamente com *Particle Swarm Optimization* (PSO), com o objetivo de melhorar a acurácia da predição. O resultado daquela pesquisa comprovou que a predição foi mais eficiente e precisa que a utilização de métodos tradicionais de SVR e Regressão Linear (LR).

Em [3], demonstra-se a eficácia da utilização de técnicas de predição na migração on-line de máquinas virtuais. O comparativo foi realizado entre métodos estatísticos de probabilidade para definição das páginas de memória que deveriam ser migradas, usando o algoritmo ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). O segundo estudo utilizou aprendizado de máquina baseado em regressão usando o modelo SVR. O modelo ARIMA obteve uma acurácia de 91,74%, enquanto o modelo SVR alcançou 94,61% na predição de páginas de memórias sujas, constatando-se a superioridade com relação ao ARIMA.

O aprendizado de máquina também vem sendo usado em diversas outras áreas em [4] é utilizado na predição de recursos de computação em nuvem para aplicações multimídia, com o objetivo de atingir um maior equilíbrio no uso dos recursos computacionais do ambiente em nuvem e para garantir a QoS e em [23] a predição é utilizada com o objetivo de garantir o SLA contratado. Para tanto, foi desenvolvida uma solução de alocação de recursos dinâmicos baseada em aprendizado de máquina de modo que, para cada tarefa, fosse feita uma predição dos recursos de acordo com seu histórico de uso. Os experimentos consideraram a utilização de processador e alcançaram um uso mais eficiente se comparados aos métodos convencionais de alocação. Como [24] demonstrou a necessidade de analisar vários critérios para projetos que utilizam nuvem, também foram

empregados outros critérios que podem ser adotados como melhor tempo, menor custo ou melhor relação tempo / custo para a execução destes projetos.

Em [5], foi feito um estudo usando Redes Neurais (RN), por meio de um algoritmo usando auto-regressão linear e RN para prever a carga de rede das aplicações no serviço de nuvem. O modelo desenvolvido combina predição de carga de rede, modelos estocásticos e alocação de recursos, para minimizar o consumo de energia e manter o desempenho requerido.

Outra linha que emprega predição e computação em nuvem trata sobre a diminuição da intervenção humana. Isso pode ser observado em [6], [7] e [8], que utilizam aprendizado de máquina através do modelo SVM para alocação de recursos, configuração de aplicações e geração de estimativas de custos com alta precisão, a fim de garantir a QoS exigida, resultando no uso mais eficaz e eficiente dos recursos e redução dos custos, tanto operacionais quanto de manutenção.

Os trabalhos de [1], [3], [4], [5], [6], [7] e [8] demonstram a eficiência do emprego de SVR para estimativa com séries históricas.

Enquanto o trabalho [25] utiliza Algoritmos Genéticos para determinar a expansão e otimização de redes de transmissão, cujo o objetivo é explorar de forma eficiente soluções possíveis e determinar os melhores resultados.

A partir dos trabalhos analisados, é apresentado neste artigo um Recomendador de configurações de máquinas virtuais em nuvem, que toma como base dados históricos de aplicações, com emprego de SVR e Algoritmos Genéticos. Tal recomendador visa sugerir uma configuração ideal de instâncias de VMs na nuvem, mediante o objetivo colocado, predizendo o tempo e custo das execuções. Como estudo de caso, utiliza-se o software Weka [9], sem prejuízo de generalização da solução apresentada para outros cenários.

2 | ARQUITETURA DO RECOMENDADOR DE CONFIGURAÇÕES DA NUVEM

Na Fig. 1, tem-se o diagrama principal do Recomendador, onde o cliente submete o arquivo de *dataset* a ser utilizado pelo Weka à interface com o usuário, a qual pode ser um *Web service* ou uma aplicação disponibilizada como SaaS. As informações de execução são enviadas ao Algoritmo Genético, que faz a análise propriamente dita, gerando as possíveis configurações de VMs na nuvem para execução da tarefa submetida.

O Regressor SVR possui a responsabilidade de predizer o tempo de execução da tarefa levando em consideração a base histórica de execuções, o arquivo de *dataset* e as configurações geradas pelo AG. Esta associação permite ao AG, através da sua função *fitness*, receber o tempo estimado pelo regressor e calcular o custo/tempo da execução, na busca da melhor configuração na nuvem para a aplicação submetida pelo usuário, conforme o objetivo colocado.

Em seguida, já com o resultado da configuração ideal de VMs fornecido pelo AG,

o Recomendador (no nível IaaS do provedor de nuvem) instanciará as máquinas virtuais de acordo com a configuração sugerida e submeterá o arquivo de *dataset* para execução no ambiente Weka em nuvem. Ao término da execução da tarefa, o cliente receberá o resultado e a configuração utilizada, bem como o tempo e custo reais da execução, a fim de alimentar a base histórica de execuções Weka. Tal informação será utilizada futuramente pelo Regressor, no intuito de melhorar suas predições.

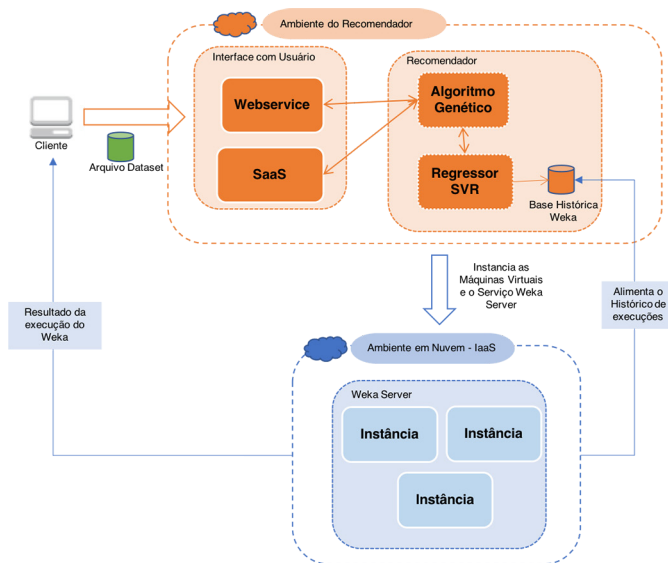



Fig. 1. Visão geral da arquitetura do Recomendador.

A. Nuvem Privada

Para implementação do protótipo e geração dos dados de entrada para o Regressor SVR, descritas neste trabalho, foi utilizada a solução de nuvem privada Eucalyptus [10], juntamente com a ferramenta Weka [9] com o módulo *Weka Server* habilitado [11], a fim de permitir a execução das tarefas de forma distribuída, maximizando o aproveitamento dos recursos em nuvem.

Dados os recursos disponíveis para a nuvem Eucalyptus, foi possível alocar até 16 núcleos de processamento e 16 GB de RAM por máquina virtual. A elasticidade empregada para os recursos em nuvem foi do tipo horizontal, ou seja, se necessário serão adicionadas novas instâncias do mesmo tipo lado a lado. As instâncias são definidas com o tamanho de memória e disco fixos, havendo somente variação na quantidade de processadores, dado que as aplicações Weka são mais dependentes de processamento do que de memória ou disco.

Embora se tenha optado por uma infraestrutura de nuvem privada, esta pode ser

estendida sem muito esforço para um modelo híbrido, de preferência lançando-se mão de provedores de nuvem como *Amazon Web Services* (AWS). A nuvem Eucalyptus integra-se de forma transparente com a AWS, podendo intercambiar até mesmo imagens de VMs (AMI – *Amazon Machine Images*). Assim, os recursos colocados à disposição da solução aqui apresentada tornam-se potencialmente ilimitados. Como consequência da escolha dessa infraestrutura, este modelo permite somente execução em tempo real, não havendo a possibilidade de execução em lote ou agendamento.

Considerando as características de execução do *Weka Server*, conforme [9], optou-se por utilizar modelos preditivos para o escalonamento das aplicações, em particular análise de séries temporais [12]. Desta forma, é possível realizar a análise e estimação dos custos antes de se iniciar a execução da aplicação, fazendo uma alocação prévia dos recursos.

B. Máquinas Virtuais (Instâncias)

Para fins de execução do software Weka no ambiente em nuvem, foram criadas várias instâncias (de duas a cinco) a fim permitir execuções em paralelo. Todas as instâncias possuíam a mesma configuração, diferindo apenas na quantidade de núcleos de processamento. A capacidade de memória das instâncias foi suficiente para execução das tarefas submetidas ao Weka, não sendo necessária a utilização de paginação de memória em nenhum momento.

Foi feita uma estimativa do custo de se manter uma infraestrutura similar em uma nuvem pública. Para tanto, utilizou-se como referência os valores praticados pela *Amazon AWS* [13], conforme mostrado na Tabela I (em dólares americanos).

C. Weka

A execução do software Weka de forma distribuída exige que um dos nós realize a função de controlador, sendo responsável por receber as requisições e distribuí-las para os demais. O controlador também executa as tarefas, assim como os escravos. Nos experimentos, foram utilizados três arquivos de dados distintos, obtidos a partir da mesma fonte de dados, os quais continham informações para detecção de massas em imagens mamográficas, cedidas por [14], porém com complexidades distintas na quantidade de atributos e na quantidade de instâncias, a fim de testar diferentes cargas de dados. Desta forma, os arquivos foram divididos em baixa, média e alta complexidade, sendo obtidos de forma aleatória, a partir da mesma origem.

Tipos de Instâncias	Qtde. Núcleos	Custo/hora (US$)
t2.small	1	0,023
t2.medium	2	0,047
t2.xlarge	4	0,188
m4.2xlarge	8	0,400

TABELA I
Custo de Instâncias na Amazon Aws

A infraestrutura de nuvem privada implementada na plataforma Eucalyptus limitou o uso de cinco máquinas virtuais para os experimentos.

As execuções foram realizadas empregando-se 14 configurações diferentes na nuvem, detalhadas na Tabela II. Foram utilizadas entre 2 a 5 máquinas virtuais e um total de 4, 5, 7 e 10 núcleos disponíveis no ambiente, distribuídos nas instâncias. Tais configurações foram as que foi possível de instanciar na infraestrutura computacional que estava disponível para a pesquisa, as quais acreditamos refletir usos comuns de configurações de máquinas virtuais em ambiente de nuvem. O Servidor e os Escravos na tabela correspondem às VMs criadas e cada configuração (as linhas) indica a distribuição dos núcleos de processamento entre as VMs. Em todas as execuções, foram capturadas as informações de consumo de memória, processamento e tempo de execução.

Nome	Qtd de Núcleos				
	Servidor	Escravo 1	Escravo 2	Escravo 3	Escravo 4
Config 1	2	4	4		
Config 2	2	2	2	4	
Config 3	2	8			
Config 4	2	2	2	2	2
Config 5	1	2	2	2	
Config 6	1	2	4		
Config 7	1	1	1	2	2
Config 8	1	2	2		
Config 9	1	4			
Config 10	1	1	1	1	1
Config 11	1	1	1	2	
Config 12	1	1	1	1	
Config 13	1	1	2		
Config 14	2	2			

TABELA II
Configurações Utilizadas na Nuvem Eucalyptus

A partir dos experimentos realizados, percebeu-se que o uso de memória está diretamente relacionado à carga de dados, não variando de uma execução para outra, da mesma origem. Sofre influência, somente, da complexidade e quantidade dos dados analisados. Uma particularidade observada na ferramenta Weka é que cada tarefa utiliza somente um núcleo de processamento quando em execução, podendo chegar até 100% de utilização deste. O Weka, portanto, não conseguiu dividir uma tarefa entre vários núcleos, o que levou este trabalho a considerar apenas o tempo de execução (em um único núcleo) como variável de estimativa para o regressor.

D. Regressor SVR

A partir dos dados gerados pelas execuções do Weka, foram obtidas as séries históricas, ou seja, valores que podem ser utilizados pelo regressor para realizar a predição do tempo de execução para uma determinada configuração, dado um arquivo específico.

O Regressor foi implementado utilizando-se a biblioteca *Sklearn* [15], voltada a aprendizado de máquina na linguagem Python, de forma nativa. No regressor, empregou-se o método *GridSearchCV* [22], que realiza pesquisa exaustiva sobre valores de parâmetros especificados para um estimador, implementando um método de ajuste (*fit*) e pontuação (*score*), que permite ir ajustando valores dos parâmetros e classificando o resultado da predição através de validação cruzada. Com este método, é possível testar vários parâmetros para o estimador de acordo com a base de dados submetida.

Esta etapa consistiu em validar e melhorar a acurácia do regressor, aumentando os intervalos dos parâmetros, chegando a uma combinação de 20 milhões de possibilidades na última configuração. Na Tabela III, têm-se as cinco configurações executadas do *GridSearchCV* com os parâmetros obtidos e os resultados de acurácia calculados. Para todas as configurações, foram utilizados treinamento (70%), teste (30%) e validação cruzada.

Observa-se que desde a primeira validação, SVR 1, o regressor obteve uma acurácia de 94,35% na predição, confirmando a viabilidade do modelo e na última execução, SVR 5, obteve uma acurácia ainda melhor, de 95,09%, como consequência do maior intervalo de combinações possíveis e maior tempo despendido no cálculo dos parâmetros.

Config.	epsilon	gamma	cost	Variação Máx. %	Acurácia %
SVR 1	1,0	0,25	32768,0	5,65	94,35
SVR 2	0	0,125	16384,0	6,06	93,94
SVR 3	1,0	0,5	8192,0	5,81	94,19
SVR 4	1,0	1,0	32768,0	5,84	94,16
SVR 5	1,0	0,03125	8388608,0	4,91	95,09

TABELA III

Resultado das Configurações do Svr

E. Algoritmo Genético

Concluída a etapa de treinamento do regressor, passou-se para a construção do algoritmo genético, cujo objetivo é gerar as possíveis configurações da nuvem, para então encontrar as melhores soluções [16]. Os critérios são especificados na Função de Avaliação (*Fitness*), que define se as soluções são válidas e o quanto uma solução é mais viável ou eficaz que outra, de acordo com [17]. Para tanto, foi criada uma função que avalia o menor tempo de execução e, em seguida, considera o menor custo ou, ainda, o menor tempo de execução até um limite de custo, conforme representado na Fig. 2. Onde as configurações do regressor são qual o tipo de *Fitness* (tempo, custo e tempo/custo) e/ou o valor mínimo ou máximo para estes, sendo estes não são obrigatórios.

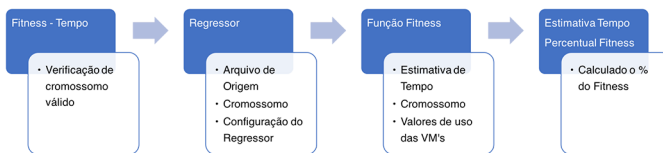



Fig. 2. Fitness segundo o tempo de execução.

Observe que, sempre que a função *Fitness* é chamada, o regressor também é convocado para fazer a estimativa do tempo, utilizando-se como parâmetro de entrada o arquivo de origem dos dados Weka e o cromossomo que possui a configuração da nuvem.

O cromossomo adotado possui dois tipos de genes, uma vez que para a execução do Weka em ambiente em nuvem é necessário um Servidor (que, além de gerenciar as tarefas, também processará as requisições), além dos Escravos, representados por N1, N2, N4 e N8, que irão somente processar as requisições. Sendo assim, o cromossomo é dividido em duas partes, conforme visualizado na Fig. 3, onde são representados alguns indivíduos da população, sendo a primeira coluna correspondente à identificação do gene:

Indiv.	Servidor	Escravos			
		N1	N2	N4	N8
1	2	0	4	0	0
2	2	0	2	1	0
3	1	0	0	0	1
4	2	0	0	0	1
5	2	1	1	0	0

Fig. 3. Exemplos de indivíduos da população.

O custo de uso das máquinas é calculado levando em consideração o tempo de execução e as máquinas usadas:

Custo = Tempo * (N1 * V1 + N2 * V2 + N4 * V4 + N8 * V8)

onde V1, V2, V4 e V8 são os custos por segundo de uso das máquinas e N1, N2, N4 e N8, a quantidade de máquinas usadas com 1, 2, 4 e 8 núcleos respectivamente, conforme representado na Fig. 4.

Indiv.	Servidor	Escravos				Tempo Estimado (s)	Custo Estimado (US$)
		N1	N2	N4	N8		
1	2	0	4	0	0	1122	0,0879
2	2	0	2	1	0	1468	0,1533
3	1	0	0	0	1	1472	0,1631
4	2	0	0	0	1	1191	0,1555
5	2	1	1	0	0	1299	0,0592

Fig. 4. Estimativas de tempo e custo de indivíduos da população.

As mutações e cruzamentos podem ocorrer nas duas partes do cromossomo, ou seja, na região que representa o servidor e na dos escravos, exclusivamente. Não são permitidas essas operações entre servidores e escravos.

Foram realizadas execuções do AG com taxas de cruzamento segundo as recomendações de [18], que sugere entre 0,6 e 0,99. Como o algoritmo proposto visa explorar a maior quantidade de possíveis soluções, adotou-se uma taxa de 0,8.

Já para as taxas de mutação e tamanho da população, foram realizadas execuções do AG com taxas de 0,1%, 1% e 10%, com tamanhos variando entre 25 e 150, com incremento de 25 indivíduos. Para cada combinação dos parâmetros acima, foram realizadas 200 execuções e obtidos os valores de resultado de configuração e tempo para a melhor solução encontrada, para o *Fitness* Tempo.

F. Fluxo de Execução do Recomendador

A execução desse modelo pode ocorrer tanto em nuvem privada, quanto híbrida ou pública. Na Fig. 5, tem-se o diagrama principal do processo aqui utilizado, onde submete-se ao AG tanto o arquivo a ser usado pelo Weka, representado por X(i), quanto os parâmetros de configuração do AG, denotados por N(i), que são o tipo de *Fitness*, tamanho da população e taxa de mutação, sendo estes dois últimos pré-estabelecidos. Os indivíduos da população inicial são gerados aleatoriamente e os cromossomos são, então, validados. Caso seja gerado um cromossomo inválido, é gerado um novo. Somente os cromossomos válidos são submetidos ao regressor (SVR), que recebe como parâmetro o cromossomo

c(i) e os dados do arquivo Weka, X(i).

O regressor tem como resultado o Tempo Estimado, t(i), que retorna ao AG para o cálculo do Custo, C(i), juntamente com a configuração c(i). Todos os cromossomos gerados, que sofrerão cruzamento de um ponto e/ou mutação, são submetidos novamente ao regressor para a estimativa de tempo, chamado na função *Fitness* do AG.

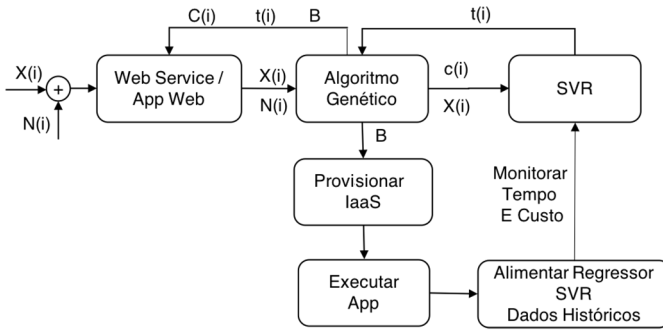



Fig. 5. Diagrama do Processo Proposto.

Para a seleção dos cromossomos, utilizou-se o critério de Roleta Simples associado a Seleção Elitista, sendo assim, após as gerações criadas são definidos os melhores indivíduos de cada geração e o AG, baseado na função *Fitness*, seleciona o melhor indivíduo de todas, retornando como *B* a configuração recomendada, o tempo estimado e o custo estimado para o *Web Service*/Aplicação Web e para o módulo de IaaS da nuvem.

O AppWeb retorna ao usuário as estimativas, e envia ao IaaS a configuração recomendada para provisionamento dos recursos e máquinas virtuais, e subsequente execução da aplicação no ambiente.

Ao término da execução da aplicação, as máquinas instanciadas podem ser desligadas, liberando os recursos, a fim de minimizar os custos de utilização da nuvem, dado que os recursos somente são provisionados e tarifados durante a execução da aplicação.

No processo principal, a execução da aplicação Weka é monitorada e comparada com os dados previstos, gerando-se estatísticas. Ademais existe a possibilidade de que os dados (históricos) das execuções sejam utilizados para alimentar o regressor SVR, de modo que a predição possa ter sua acurácia aumentada e ampliada as aplicações onde possa ser utilizada, mas que para estes experimentos não se utilizou esse recurso.

3 | VALIDAÇÃO DA ARQUITETURA

Conforme discutido na seção II-C, os dados da série histórica foram gerados com

base em três modelos de arquivos de dados e catorze configurações diferentes do ambiente em nuvem, sendo que todas elas foram executadas em uma nuvem privada utilizando a solução Eucalyptus. Os dados capturados foram utilizados para o treinamento, teste e validação do regressor SVR (seção II-D), realizados também no ambiente em nuvem.

Todas as instâncias criadas possuem os mesmos software e versões de bibliotecas, além disso suas configurações e custos foram padronizados com relação aos da Amazon AWS, conforme descrito na seção II-A.

A. Regressor SVR

A Tabela IV apresenta os resultados das execuções com os dados de testes, definidos na seção II-D, realizados com o regressor SVR para a predição do tempo em segundos, demonstrando sua viabilidade, com erro máximo de 5,65%, chegando a uma acurácia de 94,35%. A coluna *Tempo Real(s)* contém os valores obtidos na execução da aplicação Weka em nuvem, através da captura do tempo de execução. A coluna *Tempo Estimado(s)* contém os tempos previstos pelo regressor, enquanto as colunas *Diferença(s)* e *var %* são o erro em segundos e percentual, correspondentes à subtração do tempo estimado pelo tempo real de execução. Vale lembrar que para cada caso de teste, executou-se 10 vezes, calculando a diferença entre os tempos e a seguir os valores médios para cada configuração.

#	Tempo Real(s)	Tempo Estimado(s)	Diferença(s)	%	var %
1	455	480,6976	25,6976	105,65%	5,65%
2	4025	4007,1128	17,8872	99,56%	-0,44%
3	3175	3119,9928	55,0072	98,27%	-1,73%
4	870	890,2641	20,2641	102,33%	2,33%
5	2974	3025,8053	51,8053	101,74%	1,74%
6	2143	2143,6356	0,6356	100,03%	0,03%
7	3677	3680,236	3,236	100,09%	0,09%
8	2527	2521,8074	5,1926	99,79%	-0,21%
9	2042	2143,6356	101,6356	104,98%	4,98%
10	854	862,5274	8,5274	101,00%	1,00%
11	459	480,6976	21,6976	104,73%	4,73%
12	448	449,7849	1,7849	100,40%	0,40%
13	1197	1190,1406	6,8594	99,43%	-0,57%
14	2242	2201,242	40,758	98,18%	-1,82%
15	4065	4041,3855	23,6145	99,42%	-0,58%
16	3337	3308,8268	28,1732	99,16%	-0,84%
17	2231	2249,8334	18,8334	100,84%	0,84%
18	1584	1575,955	8,045	99,49%	-0,51%
19	1466	1526,5028	60,5028	104,13%	4,13%

20	881	846,9477	34,0523	96,13%	-3,87%

TABELA IV
Resultados Iniciais do Svr

B. Algoritmo Genético

Os desafios com relação ao Algoritmo Genético são encontrar os parâmetros viáveis e validar a sua eficácia na resolução do problema. Para tanto, foram realizadas 200 execuções para cada combinação dos parâmetros, definidos na Seção II-E, totalizando cerca de 18.000 monitoramentos. Após a análise dos dados capturados, observou-se uma melhor convergência dos valores das funções de avaliação para as taxas de mutação de 1% e para os tamanhos de população de 125 e 150 indivíduos. Desta forma, a população de 125 indivíduos torna-se mais eficaz, pois produz valores equivalentes à de 150, com a vantagem de ter um custo computacional menor. Por conseguinte, adotou-se uma população de 125 indivíduos, 100 gerações, taxa de mutação de 0,01 e cruzamento de 0,8.

C. Recomendador de Configurações

O Recomendador de Configurações (AG + SVR) produz como saída uma determinada configuração da nuvem, definindo a quantidade de núcleos para o servidor e a quantidade de máquinas escravas (com o número de núcleos de cada uma delas). Tal configuração visa permitir a execução da aplicação Weka no menor tempo possível e com o menor custo.

Foram realizados testes comparativos da configuração recomendada com o tempo previsto de execução e a execução da aplicação em ambiente de produção, em 10 recomendações aleatórias. O ambiente de produção foi configurado na plataforma HPE Eucalyptus, definidos na seção II-A, onde todas as máquinas virtuais possuíam o mesmo sistema operacional CentOS e bibliotecas. Foram instanciadas as máquinas virtuais na infraestrutura de nuvem privada de acordo com as recomendações sugeridas pelo modelo e executada a aplicação Weka nelas. Cada linha da Tabela V representa a média do resultado de 10 execuções de cada uma das configurações recomendadas, com um intervalo de confiança de 95%, o que demonstra a eficácia do processo proposto neste trabalho.

Tais diferenças entre o tempo real e estimado, e os respectivos percentuais de erro são devidas as variações presentes em qualquer ambiente, como tráfego na rede, link do cliente com o provedor de nuvem, rota de acesso, demanda no provedor de IaaS, dentre outros fatores, de modo que esta variação foi considerada aceitável para o modelo proposto. Os custos não estão representados na tabela, pois apresentam a mesma variação percentual para essas execuções, uma vez que o cálculo é diretamente proporcional à configuração e ao tempo de execução.

Rodada	Tempo Real (s)	Tempo Previsto (s)	Real / Previsto (%)	Erro (%)
1	1118	1108	99,11%	0,89%
2	1054	1016	96,39%	3,61%
3	1107	1062	95,93%	4,07%
4	1111	1067	96,04%	3,96%
5	435	412	94,71%	5,29%
6	400	412	103,00%	-3,00%
7	415	412	99,28%	0,72%
8	407	412	101,23%	-1,23%
9	1383	1330	96,17%	3,83%
10	1386	1314	94,81%	5,19%

TABELA V
Resultados de Validação dos Tempos de Execução

Os gráficos da Fig. 7 apresentam as superfícies de execução dos tempos reais (a) e as calculadas pelo Recomendador (b). Verifica-se que as duas são qualitativamente similares, sendo que o Recomendador possui a vantagem de permitir simulações de comportamentos de acordo com a necessidade do usuário, de forma rápida e confiável, sem a necessidade de alocar recursos na nuvem.

Finalmente, executando-se novamente as mesmas aplicações Weka iniciais, desta vez conforme a configuração em nuvem sugerida pelo Recomendador, foi possível alcançar uma redução de tempo de 38,8% e de 45,62% no custo da execução. A configuração de referência inicial possuía um servidor de 2 núcleos e 2 máquinas de 4 núcleos (Tabela II), enquanto a configuração vencedora, sugerida pelo Recomendador era composta por um servidor com 1 núcleo, 3 máquinas de 2 núcleos e 1 máquina de 4 núcleos.

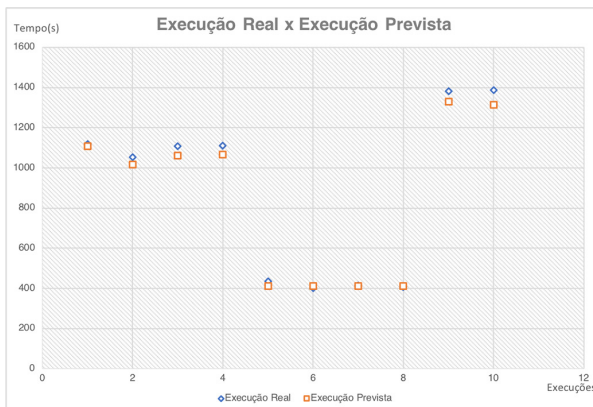



Fig. 6. Comparativo de Execução Real x Prevista.

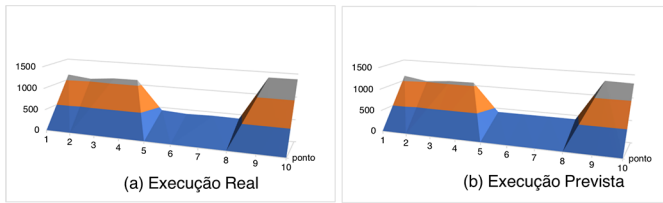



Fig. 7. Superfície de resposta.

4 I SERVIÇO DE RECOMENDAÇÃO

Como o Recomendador foi desenvolvido em linguagem Python, de forma modular e orientada a objetos, sua integração com outras soluções e ferramentas é facilitada, podendo ser implementado diretamente na camada de IaaS e/ou disponibilizado como uma aplicação do tipo SaaS, de acordo com [19] [12].

A. Módulo de Administração da Nuvem

Um dos objetivos da Computação em Nuvem é provisionar recursos de forma automatizada. Assim, o Recomendador pode facilmente se integrar à nuvem, principalmente se o provedor suportar as APIs da AWS, utilizadas pela Amazon e Eucalyptus, sendo possível, desta forma, utilizá-lo em nuvens privadas, públicas ou híbridas [20] [21]. Esta integração está representada pela funcionalidade *Provisionar IaaS* da Fig. 5 (seção II-E), que permite automatizar a criação das máquinas virtuais e a consequente execução da aplicação Weka, sem intervenção humana.

É importante salientar que o Recomendador aqui descrito é independente dessa integração com o provedor de nuvem, porém é altamente sugerido que esta seja realizada, a fim de melhor aproveitar os recursos computacionais a serem provisionados.

O recomendador possui alguns parâmetros de entrada e ou configuração, que são o arquivo de origem que será submetido ao Weka, que neste caso é obtido ou informada a quantidade de linhas e colunas, e qual o tipo da função *fitness* que será adotado, sendo, como já mencionado: Tempo, Custo ou Tempo/Custo. Além destes, existe um opcional que é o limite mínimo ou máximo aceito pela função *fitness*, detalhado a seguir.

Os dados obtidos de novas execuções podem ser utilizados para o treinamento do regressor, permitindo assim, a inclusão de novos modelos de execuções, e melhorando a acurácia do sistema. Recomenda-se esse novo treinamento quando a eficiência do modelo diminuir, principalmente pela adição de novos modelos de execução, para que estes possam ser incorporados à predição.

B. Recomendação de Configurações como um Serviço (SaaS)

Neste trabalho, também foi implementada uma interface de comunicação com o Recomendador por meio de um Serviço Web do tipo REST, possibilitando, assim, sua

ampla utilização pelas mais diversas aplicações, que podem consumir o serviço de forma simples e eficiente. O serviço possui três parâmetros obrigatórios: a quantidade de linhas do arquivo de origem de dados, a quantidade de colunas e o limite da função *Fitness*, que são passados na URI.

O retorno do serviço web é mostrado a seguir, em formato JSON, onde são fornecidas informações da execução, tais como: tipo de regressor, tipo de *fitness* usado, a configuração de núcleos recomendada para o Servidor e Escravos, e a estimativa de Tempo e Custo para a chamada *http://recomendador.saas.api/Tempo/5620/65/0* :


```
{
    linhas: 5620,
    colunas: 65,
    tipo_regressor: N3,
    tipo_Fitness: Tempo,
    limite: 0,
    Populacao: 125,
    Mutacao: 1,
    Tempo: 49.81017331752264,
    Custo: 0.010722984681276321,
    Fitness: 0.010722984681276321,
    FitnessPercento: 0.038373161309446215,
    Servidor: 2,
    Host_1N: 1,
    Host_2N: 0,
    Host_4N: 1,
    Host_8N: 1
}
```


5 | CONCLUSÃO

Provisionar recursos computacionais de forma eficaz é uma tarefa importante, porém difícil, principalmente devido ao fato de que o uso desses recursos tem natureza e características muito distintas, e comportamentos muitas vezes imprevisíveis, tanto para os provedores de infraestrutura quanto para os usuários. Por outro lado, o uso de dados históricos de utilização dos mesmos permite mapear seu uso e o comportamento das execuções.

Este trabalho descreveu um protótipo de um Recomendador de Configurações em Nuvem utilizando um Regressor SVR, que alimenta um Algoritmo Genético, de modo a permitir a estimativa do tempo e custo de execução de uma aplicação Weka, bem como a sugestão de uma configuração viável de máquinas virtuais na nuvem.

O experimento de melhor resultado mostra que uma base de conhecimento ampla e bem treinada consegue predizer o tempo de execução das aplicações com precisão, de

forma rápida e eficaz, com erros próximos de 5% em comparação com o ambiente real. Além disso, é possível alcançar, em alguns casos, uma economia de até 38,8% e 45,62% no tempo e custo de execução, respectivamente, em relação a uma seleção aleatória de configuração na nuvem. Nessa perspectiva, o impacto no custo e no tempo da execução demonstra os benefícios do modelo permitindo assim aos pesquisadores e usuários um melhor gerenciamento dos seus recursos. Esses benefícios também são estendidos caso esteja sendo utilizado um modelo de nuvem privada ou híbrida, pois assim, permite um melhor aproveitamento do parque tecnológico através de compartilhamento mais eficaz dos recursos.

Apesar desse modelo utilizar várias técnicas mencionadas nos trabalhos correlacionados, este se diferencia principalmente no momento em que é utilizado, ou seja, antes do início das execuções, garantindo assim uma das melhores configurações possíveis, enquanto que em outros modelos encontrados na literatura as recomendações ocorrem durante a execução, necessitando de tempo e recursos para a adaptação e efetivação das novas configurações, dessa forma, nossa proposta se mostrou mais eficiente.

Embora tenham sido utilizadas tarefas baseadas no software Weka como estudo de caso, a arquitetura proposta pode ser generalizada para outros tipos de aplicações, desde que se tenha acesso a uma base histórica de utilização. Além disso, o Recomendador pode ser implementado como um serviço da própria nuvem, ficando à disposição dos usuários.

REFERÊNCIAS

[1] Z. Zhu, J. Peng, Z. Zhou, X. Zhang, and Z. Huang, “Pso-svr-based resource demand prediction in cloud computing,” Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, vol. 20, no. 2, pp. 324–331, 2016.

[2] A. Baruchi, E. T. Midorikawa, and L. M. Sato, “Reducing virtual machine live migration overhead via workload analysis,” IEEE Latin America Transactions, vol. 13, no. 4, pp. 1178–1186, 2015.

[3] M. Patel, S. Chaudhary, and S. Garg, “Machine learning based statistical prediction model for improving performance of live virtual machine migration,” Journal of Engineering, vol. 2016, 2016.

[4] K. Sembiring and A. Beyer, “Dynamic resource allocation for cloud-based media processing,” in Proceeding of the 23rd ACM Workshop on Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video. ACM, 2013, pp. 49–54.

[5] J. J. Prevost, K. Nagothu, B. Kelley, and M. Jamshidi, “Prediction of cloud data center networks loads using stochastic and neural models,” in System of Systems Engineering (SoSE), 2011 6th International Conference on. IEEE, 2011, pp. 276–281.

[6] O. Niehorster, A. Krieger, J. Simon, and A. Brinkmann, “Autonomic resource management with support vector machines,” in Proceedings of the 2011 IEEE/ACM 12th International Conference on Grid Computing. IEEE Computer Society, 2011, pp. 157–164.

[7] A. A. Bankole and S. A. Ajila, “Predicting cloud resource provisioning using machine learning techniques,” in Electrical and Computer Enginee- ring (CCECE), 2013 26th Annual IEEE Canadian Conference on. IEEE, 2013, pp. 1–4.

[8] E. Hormozi, H. Hormozi, M. K. Akbari, and M. S. Javan, “Using of machine learning into cloud environment (a survey): managing and scheduling of resources in cloud systems,” in P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC), 2012 Seventh International Conference on. IEEE, 2012, pp. 363–368.

[9] Weka. The university of waikato. weka 3: Data mining software in java, Janeiro 2017. [Online]. Available: http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka.

[10] HP. Hp eucalyptus, Junho 2016. [Online]. Available: http://hphelion.com.

[11] Pentaho (2017). Pentaho weka server datamining, Janeiro 2017. [Online]. Available: http://wiki.pentaho.com/display/DATAMINING/Weka+Server

[12] T. Lorido-Botran, J. Miguel-Alonso, and J. A. Lozano, “A review of auto-scaling techniques for elastic applications in cloud environments,” Journal of Grid Computing, vol. 12, no. 4, pp. 559–592, 2014. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1007/s10723-014-9314-7

[13] Amazon. Amazon web service, Junho 2016. [Online]. Available: http://amazon.com.

[14] O. P. d. Silva Neto, et al, “Detecção automática de massas em imagens mamográficas usando particle swarm optimization (pso) e índice de diversidade funcional”, dissertation, Departamento de Pós-graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, Brasil, 2016

[15] sklearn. scikit-learn - machine learning in python, Setembro 2017. [Online]. Available: http://scikit-learn.org/stable/.

[16] C. Sheppard, *Genetic Algorithms with Python*. 1st ed., Create Space Independent Publishing Platform, 2016.

[17] M. Negnevitsky, Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems, 3rd ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2011.

[18] S. O. Rezende, *Sistemas Inteligentes: Fundamentos e Aplicações*. Manole, 2003.

[19] P. J. Jonathan Kupferman, Jeff Silverman, “Scaling into the cloud,” ADVANCED OPERATING SYSTEMS, pp. 1–8, 2016.

[20] C. R. Cunha, E. P. Morais, J. P. Sousa, and J. P. Gomes, “The role of cloud computing in the development of information systems for smes,” IBIMA Publishing, pp. 1–7, 2017. [Online]. Available: http://hdl.handle.net/10198/14061

[21] S. M. Parikh, “A survey on cloud computing resource allocation techni- ques,” in Engineering (NUiCONE), 2013 Nirma University International Conference on. IEEE, 2013, pp. 1–5.

[22] GridSearchCV. scikit-learn - machine learning in python, Setembro 2017. [Online]. Available: http://scikit-learn.org/stable/.

[23] L. H. V. Nakamura et al., “An Analysis of Optimization Algorithms designed to fully comply with SLA in Cloud Computing,” in IEEE Latin America Transactions, vol. 15, no. 8, pp. 1497-1505, 2017.

[24] A. Souza Ribeiro and D. Bianchini, “The deployment of Systems in Cloud Computing environment: A Methodology to Select and Prioritize projects,” in IEEE Latin America Transactions, vol. 15, no. 3, pp. 557-562, March 2017.

[25] J. T. Jiménez, J. L. Guardado, N. G. Cabrera, J. R. Rodriguez and F. Figueroa, “Transmission expansion planning systems using algorithm genetic with multi-objective criterion,” in IEEE Latin America Transactions, vol. 15, no. 3, pp. 563-568, March 2017.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DE VIABILIDADE DE REDES GPON PARA IMPLEMENTAÇÃO DE FTTH EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL

Data de aceite: 28/04/2021

Eduardo Bernardi
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Mauro Fonseca Rodrigues
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

RESUMO: Com o avanço da tecnologia, correspondendo aos conteúdos que usamos, necessita-se uma maior largura de banda, onde será realizado este trabalho para a implantação de uma rede ótica passiva Gigabit (GPON), para um condomínio residencial, como solução adotada (FTTH) *fiber-to-the-home*. Na maioria dos casos, temos como realidade o uso de par metálico para os serviços de dados e voz, que já se encontra ultrapassado devido à suas limitações de vida útil e as devidas interferências que o mesmo sofre. O projeto de rede proposto aumentaria a eficiência de atendimento aos clientes, entregando uma maior velocidade de transmissão, estabilidade e durabilidade. Foi realizado um projeto para atender clientes de um condomínio residencial, no qual se conclui que uma das melhores soluções para os usuários seria (GPON).
PALAVRAS-CHAVE: *Fiber-to-the-home*, rede ótica passiva, dados, voz.

ABSTRACT: With the advancement of technology, corresponding to the content we use, greater bandwidth is needed, where this work will be carried out for the implementation of a passive Gigabit optical network (GPON), for a residential condominium, as a solution adopted (FTTH) fiber-to-the-home. In most cases, we have as a reality the use of metallic pair for data and voice services, which is already outdated due to its useful life limitations and due interference. The proposed network design would increase the efficiency of customer service, delivering greater transmission speed, stability and durability. A project was carried out to serve customers of a residential condominium, in which it was concluded that one of the best solutions for users would be (GPON).
KEYWORDS: Fiber-to-the-home, passive optical network, data, voice.

1 I INTRODUÇÃO

Correspondendo às necessidades de mercado e da sociedade em um todo, as tecnologias de telecomunicações sofreram grandes mudanças no final do século XX e início do século XXI, com a finalidade de atendimento à demanda, de uma população cada vez mais exigente. Na maioria dos casos, a rede de acesso se faz por par metálico, o que implica em baixas velocidades devido à qualidade deste meio de comunicação, o que ressalta a importância de investimentos das (LAN's) Rede de Área Local.

Contudo, sabe-se das limitações do uso de conexões (xDSL) Linha Digital de Assinante, que conforme a distância que o usuário está

da central implica diretamente em perdas consideráveis do sinal e consequentemente em redução de velocidade. Quanto mais perto da central, maior a largura de banda disponibilizada ao cliente. Logo, tendo um usuário a 2 quilômetros de distância da central, seria impossível atendê-lo utilizando um par metálico com a tecnologia (VDSL) *Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line*, por exemplo, com uma banda de 50 Mbit/s efetivamente.

Se tratando da tecnologia (PON), o (GPON) mostra-se como uma tecnologia viável de ser implantada e com um custo que cabe no bolso do consumidor. A necessidade da implementação dessa tecnologia se daria em virtude dos serviços que hoje executam-se na internet, Triple Play, que são caracterizados por voz, dados e vídeo e o IPTV o qual pode-se considerar o futuro da transmissão da TV, e divide a mesma banda de voz e dados.

Algumas vantagens que ela proporciona é possibilidade de atender vários clientes com uma única fibra, com a multiplexação da informação. Com isso, é possível atender até 128 vezes mais clientes do que uma rede (FTTH) Fibra para a Casa em um enlace ponto-a-ponto.

Se tratando de (FTTX) Fibra até o Nó pode-se utilizar para variados serviços com uma grande largura de banda. É uma boa alternativa ao par metálico, pois com uma única fibra também é possível atender muitos clientes com alta velocidade e estabilidade. Porém, se sua ampliação não for feita de forma correta e ordenada, pode comprometer suas principais características, que são a viabilidade e rendimento. Deste modo para conseguir-se uma correta construção e ampliação de rede, necessita-se do conhecimento de banda larga e os termos técnicos que a envolvem, justificando-se a finalidade deste trabalho.

2 | TECNOLOGIA ADSL

(ADSL) Linha Digital Assimétrica para Assinante é um padrão de comunicação digital que utiliza o par trançado de cobre (linha telefônica comum) como meio de transmissão. O termo "assimétrico" surgiu da percepção que seria melhor em um canal de transmissão, reservar a maior parte da banda para download, uma parte menor para upload e por fim uma parte fixa para voz, caracterizando assim 3 canais distintos. Essa estratégia partiu da análise de conexões comuns onde apenas um clique solicitando uma página recebia muitas vezes mais informações que transmitia.

O (ADSL) permitiu um ganho considerável nas taxas de transmissão de dados se comparado aos meios comuns disponíveis utilizando o mesmo canal telefônico. O ADSL permite transmissões até 9 Mbit/s de download, até 1 Mbit/s de upload e ainda reservando o canal para voz. Estas taxas são mensuradas de acordo com a distância do ponto do assinante até a central, caracterizando assim o limite máximo de taxa para Internet. Desta forma, quanto mais próximo à central, maior será a probabilidade da taxa máxima ser maior que 6 Mbit/s chegando até os 9 Mbit/s.

O aparelho que modula o sinal (ADSL) deve estar em constante comunicação com o

servidor localizado na central, sincronizados, para que haja troca de informações em altas taxas. Este aparelho possui um componente chamado “POTS Splitter”, *Plain Old Telephony Services* ou linha de voz comum, que tem a responsabilidade de dividir o canal telefônico em 2, dados e voz, sendo voz um canal independente e ininterrupto mesmo havendo falhas com o (ADSL).

A voz utiliza uma banda de 4 kHz. No entanto é comum obter até 2 MHz de banda em um par metálico, dependendo das condições da linha telefônica e da distância até a central. O canal de dados ainda sofre uma nova divisão, através de um outro componente chamado “*Channel Separator*”, sendo este para alocar banda para *downstream* e *upstream*. Esta divisão pode ser percebida na figura 1 [1].

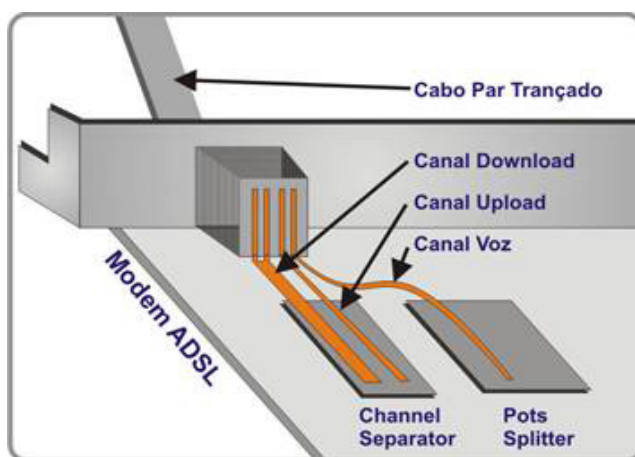



Fig. 1 - Divisão de frequências da linha telefônica no ADSL

(ADSL) é uma tecnologia de comunicação. O Asymmetric indica que a velocidade de download é maior que a velocidade de upload. Nesse modelo a comunicação é feita por meio de “pulsos elétricos”, que são afetados por campos magnéticos, eletricidade, entre outros fatores, diminuindo muito a qualidade do sinal [2].

3 I TECNOLOGIA ADSL2

Os padrões de segunda geração do ADSL (ADSL2 e ADSL2+) foram lançados em 2002 e 2003 [2, 3]. A novas funcionalidades mais importante do ADSL2 (G.992.3) foram:

- Um anexo da norma que definiu um canal *upstream* com maior capacidade, o que tornou possível dispor de uma taxa de dados *upstream* de até 3 Mbit/s;
- Um anexo da norma com a finalidade de aumentar o alcance para de mais de 5 km [3].

4 I TECNOLOGIA ADSL2+

O padrão (ADSL2+) (G.992.5) duplicou o espectro para o canal *downstream* (o (ADSL) e o (ADSL2) têm um espectro de 1,1 MHz, e o (ADSL2+) tem um espectro de 2,2 MHz), fornecendo taxas de dados ainda maiores em acesso custa distância (figura 1). O (ADSL2+) também definiu uma caixa de ferramentas para configurar a transmissão *downstream* para atender os diferentes requisitos de capacidade do espectro disponível, em especial quando o ADSL2+ é colocado em um armário. As figuras 2, 3a e 3b mostram o desempenho, sob diferentes condições do ruído, de um sistema (DSLAM) com acesso DSL Ethernet (*Ethernet DSL access – AED*) da Ericsson para (ADSL2) e (ADSL2+). Esse padrão expande a capacidade do (ADSL) básico, em que a transferência de dados pode chegar a velocidade de 24 Megabit por segundo em downstream, e de 1 Megabit por segundo de upstream [4]-[5].

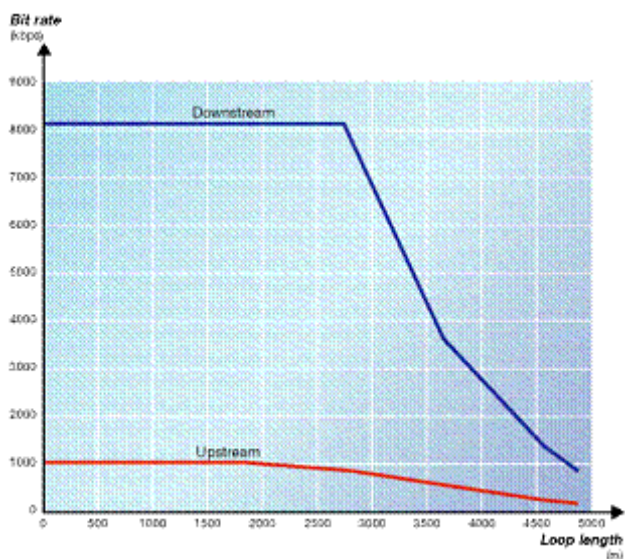



Fig. 2 - Capacidade do ADSL2 em linhas telefônicas (par trançado de cobre)

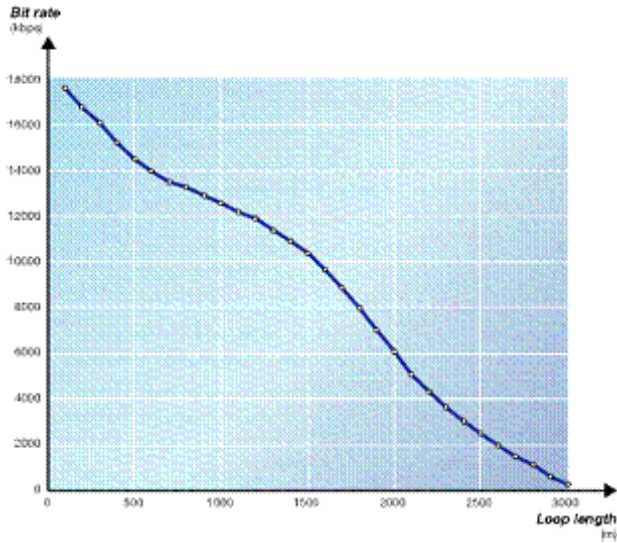



Fig. 3a - Capacidade do ADSL2+ (downstream) em linhas telefônicas (par trançado de cobre)

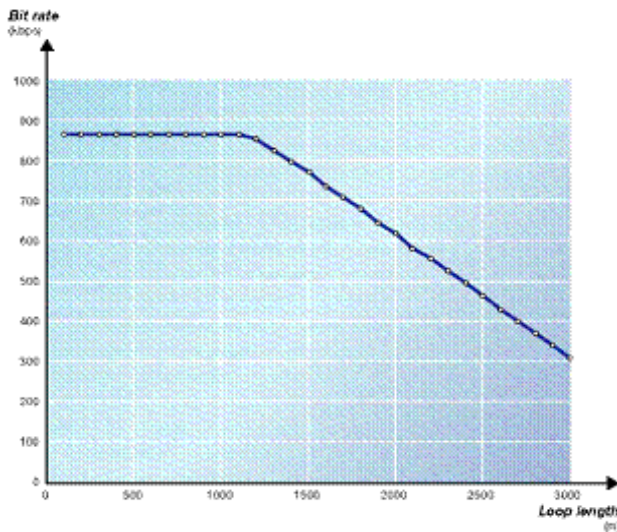



Fig. 3b - Capacidade do ADSL2+ (upstream) em linhas telefônicas (par trançado de cobre)

5 I TECNOLOGIA VDSL2

O escopo do padrão (VDSL2) é bastante amplo. Seus objetivos são aumentar o desempenho em acessos mais longos, como uma evolução a partir do ADSL2+, e nos acessos mais curtos.

Usando as contribuições das normas ANSI e ETSI, a ITU começou a elaboração do seu padrão (VDSL2) (G.993.2) em Janeiro de 2004. O consenso para o padrão foi alcançado

numa reunião em Genebra em Maio de 2005. Tal como aconteceu com o ADSL/2/2+, a modulação no padrão (VDSL2) é o multitom discreto (DMT). O (VDSL2) baseia-se nas recomendações VDSL1-DMT e ADSL2/ADSL2+. Portanto, é compatível em espectro com os serviços existentes e permite operação multimodo com o ADSL/2/2+.

Na sequência, a introdução da tecnologia (VDSL2) será responsável apenas por uma pequena parte das mudanças fundamentais que afetam a arquitetura da rede. Atualmente, maior custo das linhas de acesso instaladas está no ambiente da central telefônica. Do mesmo modo, a distância média dos acessos de par trançado de cobre existentes vai muito além da distância ideal para obter o valor adicionado do (VDSL2). Muitas operadoras têm, portanto, começado a considerar o uso de fibra na rede de acesso – por exemplo, fibra até o nó de rede (*Fiber To The Node – FTTN*) e fibra até a porta dos domicílios (*Fiber To The Curb – FTTC*) – reduzindo o comprimento da rede de acesso de cobre para menos de 1500 metros.

A segunda grande mudança é a introdução da Ethernet como tecnologia de pacotes de dados em todo o caminho até o usuário final. O ADSL2/2+ emprega o ATM na primeira milha (acesso), mas os (DSLAM’s) O Multiplexador de Acesso à Linha Digital do Assinante baseados em IP/Ethernet empregam a Ethernet na segunda milha (*backhaul*). Muitas soluções de banda larga legadas também utilizam o STM1/OC-3 no lado agregado.

A mudança no sentido de usar a Ethernet e acessos de fibra do tipo (FTTN/FTTC), bem como a introdução de serviços adicionais, irá conduzir a uma alteração no ponto de seleção do serviço na rede, que atualmente é o servidor de acesso remoto de banda larga (*Broadband Remote Access Server –BRAS*).

A arquitetura (FTTN) *Fiber to the Node* é também altamente distribuída para acomodar um número menor de assinantes por site quando os (DSLAM’s) são localizados próximos aos usuários finais. Um grande número de nós de rede distribuídos necessita de um processo de ativação automática de clientes que permite que as operadoras ativem um novo assinante sem ter que se deslocar fisicamente até um site (FTTN). Muitas operadoras veem a arquitetura (FTTN) como uma ferramenta estratégica para competir eficazmente com alternativas de rede de acesso de cabo e fibra [6]-[7].

6 | FIBRA ÓTICA

A transmissão via fibra óptica oferece virtualmente largura de banda ilimitada, e é amplamente considerada como uma possível solução para fornecer acesso de banda larga à primeira milha, onde se encontra o principal gargalo provocado pelo envio de serviços de alta velocidade. Não obstante, precisa-se uma nova infraestrutura de rede para suportar as novas aplicações que vão surgindo e para as que se preveem no futuro.

A fibra óptica tem uma banda simétrica, ou seja, tem a mesma velocidade de upload e download. A comunicação é feita pela luz, sem sofrer interferência de campo magnético

ou eletricidade, por isso a qualidade é muito superior. Além das vantagens, também se tem que levar em consideração o custo da fibra ótica em relação ao par metálico, o qual se faz disponível em quase todas as localidades do país e também por seu material de fabricação ser frágil, o que requer mais atenção ao manusear o mesmo.

As redes ópticas passivas (PON) são dispostas por fibras ópticas e diversos dispositivos ópticos e sistemas, como (ONUs), (OLTs), filtros, divisores passivos e lasers, assim como pode-se observar na figura 4.

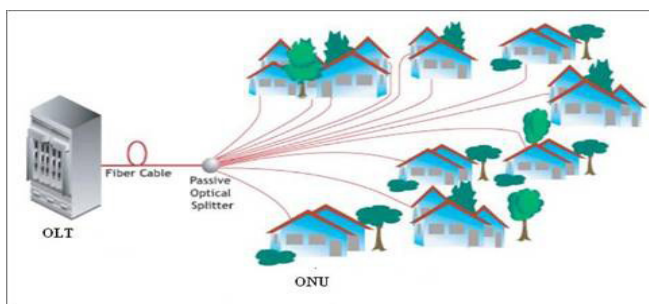



Fig. 4 – Caracterização rede óticas passivas (PON)

A (OLT) Terminal de Linha Ótica se caracteriza pela realização do enlace da rede de acesso do cliente, até a rede que sai da central, onde a (OLT) está localizada, que se chama de rede metropolitana. Ela possui controle de transmissão sobre as (ONUs).

A (ONU) Unidade de Rede Ótica, por sua vez, tem sua aplicação definida por permitir o acesso, fazendo a transmissão dos dados até a OLT. Normalmente está locada para o cliente final, mas sua configuração pode ser da mais variada e não somente aplicável a FTTH, que seria o caso mais comum, mas também para FTTB (sigla). Também pode ser denominada como ONT (*Optical Network Terminal*) por sua aplicação às duas últimas configurações.

O Divisor Passivo (*Splitter*) é encarregado de reunir e dividir o sinal ótico [8].

A fibra ótica se divide em várias arquiteturas, tais como:

(FTTA) Fibra para o Apartamento: Arquitetura de rede de transmissão, onde a rede ótica passiva termina dentro do edifício (Residencial ou Comercial) chegando a um centro de distribuição. Após isso, o sinal pode ser dividido por *splitters* e sendo repassado de forma individual para os apartamentos ou salas comerciais, sendo sua aplicação muito característica ao (FTTH).

(FTTB) Fibra para o Edifício: Com o mesmo princípio da FTTA, é uma arquitetura de rede de transmissão que se finaliza na entrada do condomínio. A partir deste ponto a rede interna é distribuída geralmente por cabeamento estruturado, entregando o acesso ao cliente. Geralmente se utiliza cabo de rede CAT5e ou CAT6 para a distribuição, dependendo

da velocidade que o cliente requer.

Esta infraestrutura deverá permitir primeiramente mais largura de banda, rápido fornecimento de serviços, e garantias de QoS (qualidade de serviço) a um custo efetivo e de maneira eficiente.

(FTTC) Fibra para o Armário de Distribuição: Normalmente essa arquitetura se define pelo atendimento da fibra da central (OLT) até um armário, que se localiza nas ruas ou nos postes, e a partir disso sua distribuição é feita através da tecnologia (xDSL), com o par metálico. Para uma melhor qualidade e velocidade, recomenda-se que o cliente atendido por esse armário se localize até uma distância de no máximo 300 metros.

(FTTH) Fibra para a Casa: É uma arquitetura de rede ótica, que sai da central da operadora via OLT**,** chegando à residência do cliente por uma fibra ótica exclusiva, que sai do *splitter* que está no poste. Esse sistema pode atingir altas velocidades de mais que 100 Mbps por cliente [9].

A figura 5 ilustra as arquiteturas existentes na tecnologia de fibra ótica.

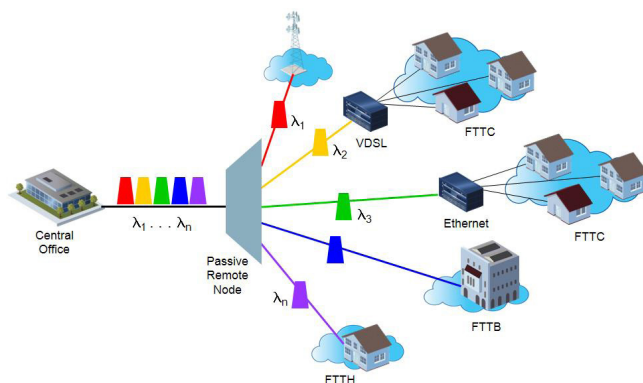



Fig. 5 – Caracterização das arquiteturas de fibra ótica

7 I CONCLUSÃO

Tanto o (VDSL), (ADSL) e (FTTX) fazem parte da família de soluções de rede para acesso banda larga à Internet para o assinante.

As operadoras no Brasil vinham utilizando a tecnologia (ADSL/2/2+) para o provimento de serviços banda larga de até 24 Mbit/s. Embora a qualidade deste serviço dependa em grande parte da seleção do par telefônico e exista o risco de queima de equipamentos por incidência de raios em regiões tropicais, como é o caso de grande parte do Brasil, a demanda desses serviços ainda é grande.

Com base nas tecnologias analisadas nesse trabalho, ficou demonstrado que a melhor opção de projeto para uma rede de atendimento é através das redes (GPON),

por apresentar mais vantagens em questão de durabilidade e velocidade, em relação às tecnologias que são disponibilizadas através de par metálico.

REFERÊNCIAS

[1] TEIXEIRA, D.P; MARQUES, G.G.F; ANSCHAU, Q.J. Tecnologia ADSL.

[2] DERITTI, Marco. ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line).

[3] TEIXEIRA, D.P; MARQUES, G.G.F; ANSCHAU, Q.J. Tecnologia ADSL2.

[4] ITU-T Recommendation G.992.5 (2005), Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers – extended bandwidth ADSL2 (ADSL2plus).

[5] TEIXEIRA, D.P; MARQUES, G.G.F; ANSCHAU, Q.J. Tecnologia ADSL2+.

[6] TEIXEIRA, D.P; MARQUES, G.G.F; ANSCHAU, Q.J. Características VDSL2.

[7] ERIKSSON, Per-Erik; ODENHAMMAR, Björn. VDSL2: Next important broadband technology.

[8] KAISER, G. COMUNICAÇÃO POR FIBRAS ÓTICAS**.** 4. ed. – Porto Alegre: AMGH, 2014.

[9] OLIVEIRA, P.B. Arquitetura PON.

CAPÍTULO 4

APLICAÇÃO DO ROBOCODE COMO INSTRUMENTO PARA A RECEPÇÃO DE CALOUROS E ENSINO DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão: 09/02/2021

Fillipe Almeida Paz
Universidade Federal Sergipe (UFS), Departamento de Computação
São Cristóvão – Sergipe
http://lattes.cnpq.br/1288838479694689

Kenia Kodel Cox
Universidade Federal Sergipe (UFS), Departamento de Computação
Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual, Doutoranda
São Cristóvão – Sergipe
http://lattes.cnpq.br/7139666952163615

PAZ, Fillipe; COX, Kenia. Aplicação do Robocode como Instrumento para a Recepção de Calouros e Ensino de Programação de Computadores. *In*: ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO BAHIA, ALAGOAS E SERGIPE (ERBASE), 18, 2018, Aracaju. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, pp. 447-456, 2018.

RESUMO: Apesar do computador permear praticamente todas as ações humanas; o que se deve, dentre outras coisas, aos programas computacionais; observa-se, no Brasil, altos índices de evasão e retenção nos cursos da área, em especial em disciplinas de programação; o que precisa ser revertido. Para tanto, faz-se necessário, além de outras ações, a instrumentalização da educação com recursos que permitam aos jovens sentirem-se acolhidos no ensino superior, e motivados à programação, dentre os quais neste destaca-se os jogos digitais, em especial o Robocode - um game de batalha de robôs virtuais que requer a aplicação da programação para construção de estratégia de combate, ao mesmo tempo que motiva e diverte seus utilizadores.
PALAVRAS-CHAVE: Robocode, recepção de calouros, ensino de programação de calouros.

APPLICATION OF ROBOCODE AS AN INSTRUMENT FOR THE BEGINNERS RECEPTION AND COMPUTERS PROGRAMMING TEACHING

ABSTRACT: Although the computer permeates practically all human actions; what is due, among other things, to computer programs; there are, in Brazil, high rates of dropout and retention in courses of the area, especially in the programming classrooms; which needs to be reversed. Therefore, it is necessary, among other actions, an instrumentalization of education with resources that allows young people to feel welcomed on higher education, and motivated for programming, highlighted to this the digital games, especially Robocode - a battle game of virtual robots that requires an application to build a combat strategy, while motivates and entertains its users.
KEYWORDS: Robocode, beginners reception, computers programming teaching.

1 I INTRODUÇÃO

O uso de computador na contemporaneidade é indispensável, pois esta ferramenta, no cotidiano, permeia praticamente todas as ações humanas: desde a consulta a dados bancários e institucionais em geral, processos de automação industriais, publicidade, até a integração total da relação dos seres humanos com a tecnologia, de maneira invisível e automática, conforme almeja a computação pervasiva, e a internet das coisas.

A apropriação dos inúmeros espaços hodiernos pelos recursos tecnológicos computacionais se deve à popularização da internet, ao desenvolvimento de hardware, bem como à construção de softwares, que potencializam, com programas de computadores, o uso das tecnologias de informação e comunicação para facilitar, agilizar, e até empoderar, a ação humana.

Através da programação, novos sistemas de comunicação e informação são criados, possibilitando a formação de redes sociais, criação de instrumentos de comunicação, aparelhamento da área médica, do entretenimento, e outros.

Porém, apesar da relevância da computação no contexto atual, observa-se uma sensível discrepância entre o número de ingressantes e o número de concluintes dos cursos superiores da área [SBC 2016]. Isso deve-se aos elevados índices de evasão em tais cursos, mas também aos elevados índices de retenção em várias de suas disciplinas, principalmente as que envolvem programação [Gomes, Henriques & Mendes, 2008].

Considerando a importância das tecnologias computacionais, e seus impactos na sociedade contemporânea, o desinteresse do jovem brasileiro pelos cursos superiores da computação deve ser revertido. A instrumentalização da educação com recursos que possuem objetivo didático mas também são atraentes e motivadores aos jovens, a exemplos dos jogos digitais educacionais - jogos sérios - surgem como potenciais ferramentas a fim de possibilitar a superação deste quadro.

Segundo Cox & Bittencourt, alicerçados por múltiplos estudos:

> Um jogo digital educacional pode ser entendido como um software que tem bem definidos objetivos próprios de educação: motiva os alunos para os estudos, promove a aprendizagem; isto por meio de atividades de diversão, ou seja, prazerosas e desafiadoras Savi, Von Wangenheim e Borgatto (2011), Lopes, Marques e Conte (2012), Põtter e Schots (2012), Merelles, Peixoto e Monsalve (2011), e assim, apresenta como requisitos possibilidades de efetuar testes de hipóteses, ou resolução de problemas geralmente complexos, e não se limita à simples memorização, Paraskeva, Mysirlaki e Papagianni (2010) e Mendes (2011) [Cox & Bittencourt, 2017, p 17].

Também, um fator relevante para a permanência dos ingressantes é a maneira como são recepcionados e como são apresentados aos aspectos administrativos, pedagógicos e relacionais na universidade.

> [...] as primeiras exigências universitárias, sejam elas burocráticas (matrículas,

> carteiras estudantis) ou acadêmicas (nível de exigência das aulas), podem ser percebidas como muito bruscas, fazendo com que alguns se sintam perdidos frente ao cotidiano universitário. Essa percepção de mudança brusca revela o despreparo que em geral o calouro apresenta frente às demandas e o modo de funcionamento da universidade. A falta de um maior conhecimento sobre o que é a universidade e o que esperar dela, tanto em termos acadêmicos quanto pessoais, é um fator que pode concorrer para as dificuldades de adaptação [Bardagi, 2007, Melo-Silva, 2003].

E com este objetivo, de recepção de calouros, visando favorecer sua adaptação e acolhimento ao ensino superior, os jogos, possivelmente digitais, também são úteis, ao servir para incentivar a colaboração e integração; dentre outros papéis que favorecem a este processo. Conforme [Mcgonigal 2012], jogos colaborativos favorecem à cooperação, coordenação e co-criação entre os participantes. Tais jogos podem ser pensados de modo a evitar sentimentos de agressão, raiva, desapontamento ou humilhação, que podem surgir em jogos altamente competitivos. Com base nisso, tais jogos são alternativa a fim de desenvolver práticas integradoras em ambiente universitário.

Com o objetivo de oportunizar o ensino de programação de maneira lúdica e prazerosa, conciliando-o ao processo de integração dos alunos calouros, foi aplicada a ferramenta Robocode como parte das atividades da Semana de Integração da Computação 2018 na Universidade Federal de Sergipe. O Robocode é um jogo onde robôs, programados pelos estudantes, competem em um campo de batalha virtual. Vence aquele que apresentar a melhor estratégia para economizar a sua energia, reagir e proteger-se aos ataques, além de reduzir a energia do(s) oponente(s).

O restante deste artigo está dividido em 4 partes principais: *Revisão Teórica* quando são apresentados elementos que alicerçam teoricamente a iniciativa relatada; *Relato de Experiência* quando é descrito o processo de aplicação do Robocode; *Validação* para apresentação da análise da eficácia da ferramenta frente à proposta de trabalho; e *Conclusão*, contendo principalmente os resultados da experiência.

2 | REVISÃO TEÓRICA

2.1 Jogos na educação

"*Os jogos facilitam a aprendizagem de conteúdos complexos e desenvolvem, no aprendiz jogador, importantes habilidades cognitivas como, por exemplo, a capacidade de resolver problemas, a percepção, a criatividade e o raciocínio lógico*" [Pantaleão, Amaral & Braga e Silva 2017], logo, estes podem favorecer o ensino de programação.

Dentre as dificuldades encontradas pelos estudantes para o aprendizado de lógica de programação, segundo [Cambruzzi & Souza 2015, apud Hinterholz 2009], destacam-se: a falta de motivação; dificuldades de estabelecer a relação entre a teoria e prática; e, a dificuldade de assimilar as abstrações e o desenvolvimento de raciocínio lógico-matemático.

Diante desses argumentos é possível apontar a aplicação de jogos para o ensino de programação como uma alternativa. Estes podem servir como instrumentos visando a redução dos índices de retenção dos estudantes não só em disciplinas que envolvem programação, mas também em quaisquer outras.

2.2 Ensino de programação

Segundo [Gomes, Henriques & Mendes 2008], os quais apontam diversos outros estudos:

> O ensino das linguagens de programação tem como propósito conseguir que os alunos desenvolvam um conjunto de competências necessárias para conceber programas e sistemas computacionais capazes de resolver problemas reais. Porém, a experiência tem demonstrado que existe, em termos gerais, uma grande dificuldade em compreender e aplicar certos conceitos abstractos de programação, por parte de uma percentagem significativa dos alunos que frequentam disciplinas introdutórias nesta área. Uma das grandes dificuldades reside precisamente na compreensão e, em particular, na aplicação de noções básicas, como as estruturas de controle, à criação de algoritmos que resolvam problemas concretos. Diversos estudos apontam um conjunto de causas que estão na origem deste problema, Tobar et al. (2001), Jenkins (2002) e Lahtinen et al. (2005) são alguns exemplos. [Gomes, Henriques & Mendes, 2008, p. 162]

Além disso, foi observado por [Souza, Batista & Barbosa, 2016] que entre os principais problemas atuais no ensino e na aprendizagem de programação estão: dificuldades dos alunos em aprender os conceitos de programação; dificuldade dos alunos na aplicação desses conceitos durante a construção de programas; e, a falta de motivação entre os alunos na realização da atividade de programação. Como solução averiguou-se que a utilização de visualização de programas e algoritmos; utilização de *serious games* têm sido abordados com frequência.

Os argumentos acima tornam evidente a necessidade de propor métodos de ensino de programação que sejam capazes de estabelecer uma conexão clara entre os conceitos a exemplo de variáveis e estruturas de controle, e os seus objetivos e efeitos práticos, o que pode ser realizado ao propor a construção de algoritmos que resolvam problemas concretos e possam ser validados visualmente.

2.3 Recepção de calouros

Segundo [Teixeira *et al.* 2008], é necessário que os cursos estimulem a integração social dos estudantes, na medida em que o grupo tem um papel fundamental na construção da identidade dos novos universitários e também na construção de uma rede de apoio afetivo e acadêmico que possa auxiliá-los em caso de dificuldades. Atividades de integração podem ser propostas dentro de cada curso e também entre os cursos, promovendo o contato dos estudantes com diversidade de ideias e pessoas, acrescenta ainda: *"Estudantes que se integram acadêmica e socialmente desde o início de seus cursos têm possivelmente*

mais chances de crescerem intelectual e pessoalmente do que aqueles que enfrentam mais dificuldades na transição à universidade." [Teixeira et al., 2008, p. 186].

Partindo deste pressuposto, a Universidade Federal de Sergipe, criou a Semana de Integração da Computação, objetivando estimular a integração entre os estudantes calouros e colegas de outros períodos e também facilitar a sua identificação, ou não, com o curso que escolheram. Ambos os aspectos com potencial para reduzir os índices de evasão dos estudantes dos cursos de Computação.

2.4 Robocode

O Robocode [SourceForge, n.d.] foi desenvolvido pela AlphaWorks, da IBM, com o objetivo de divulgar novas tecnologias de desenvolvimento. Trata-se de jogo de simulação de batalha entre robôs virtuais, no qual cada jogador utiliza objetos - atributos e métodos implementados por classe pré-definidas - disponibilizados pelo ambiente para criar do seus próprios robôs. Posteriormente o robô pode ser posto em batalha com adversários geralmente criados por outros desenvolvedores; e assim confrontando estratégias feitas com programas computacionais, e possibilitando testes e aprendizado.

Cada robô é uma entidade que controla suas ações e reações. Quando uma batalha começa, um método específico, que contém parte dos comportamentos implementados para o robô, é disparado, e enquanto esse mantém-se em execução, o robô movimenta-se e/ou atira. o [Pantaleão, Amaral & Braga e Silva 2017].

A lógica dos robôs no Robocode está concentrada em métodos, que definem as ações e os movimentos destes. Existem métodos, baseados na manipulação de ângulos e outros conceitos matemáticos, para: acertar e validar tiros, verificar se robô foi alvejado, se bateu na parede ou em oponentes; detectar adversários; e sinalizar final de batalha. [Pantaleão, Amaral & Braga e Silva 2017].

O ambiente contém um editor de código-fonte próprio para programar os robôs [Pantaleão, Amaral & Braga e Silva 2017]. É possível ainda configurar regras das batalhas: quantidade de rounds e o tamanho do campo, inserir robôs e criar times de robôs.

Na Figura 1 pode ser visualizada uma batalha entre os robôs nativos do Robocode. No canto inferior esquerdo da imagem é possível ver opções para pausar ou alterar a velocidade da batalha, o que facilita a observação dos resultados da implementação dos robôs; oportunizando ao educando correlacionar códigos e respectivos efeitos, e desta forma aprender. No canto superior direito estão dispostas informações sobre a energia dos robôs, a qual é iniciada em 100. Um dos objetivos do jogo é conseguir reduzir a energia dos robôs oponentes a 0.

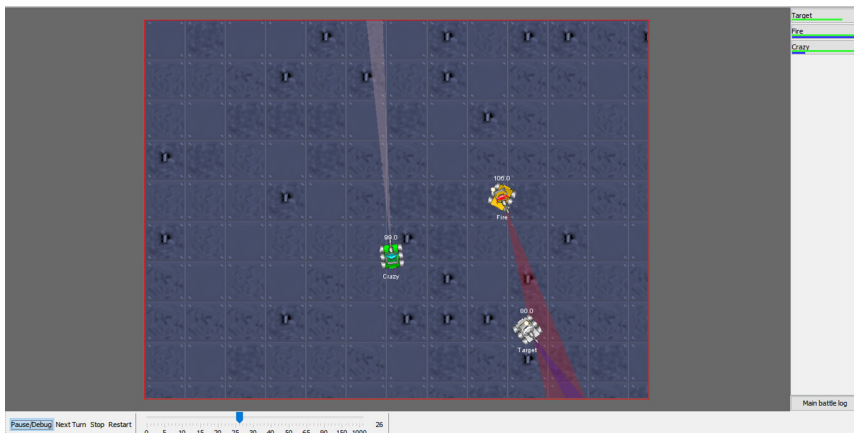



Figura 1. Uma batalha no Robocode

3 | RELATO DE EXPERIÊNCIA

A experiência fez parte de projeto de recepção de calouros intitulado Semana de Integração da Computação, desenvolvido em 2018, por docentes e discentes da Universidade Federal de Sergipe com o objetivo de: oportunizar, e até antecipar, o primeiro contato com a programação de computadores, de forma lúdica, bem como integrar os calouros dos cursos de computação entre si, com alunos veteranos, e com o currículo, por meio da aplicação do Robocode. Pode-se ressaltar 6 etapas principais no projeto: (1) planejamento do curso; (2) seleção dos tutores; (3) preparação dos tutores multiplicadores e definição das regras do campeonato; (4) composição das turmas de calouros; (5) capacitação dos calouros para uso dos recursos do RoboCode para treinar seus robôs e (6) campeonato de batalhas dos robôs treinados pelos alunos ingressos.

Na fase de Planejamento do Curso, todos os recursos do RoboCode foram analisados visando identificar-se o conteúdo mínimo para composição de curso integrador, de curta duração, e que possibilitasse o treinamento de robôs, e o primeiro contato com a programação. Tais recursos foram sequenciados por aluno do curso de Engenharia da Computação, de maneira a garantir a abordagem didática com gradação das ferramentas mais fáceis seguindo para as mais complexas; sob a orientação de professora do mesmo departamento.

Como resultado do planejamento foi confeccionado material, em slides na Figura 2, para ser aplicado na capacitação dos calouros, bem como na dos tutores multiplicadores; promovendo o primeiro contato dos alunos ingressos com a programação, e preparando os tutores para capacitar as turmas de iniciantes. Neste a apresentação dos recursos do RoboCode foi permeada pela resolução e proposição de exercícios, Figura 3, que exploravam as ferramentas do jogo, com o cuidado de não distanciar-se do contexto da batalha, e de se evidenciar a relação entre código - Java - e os efeitos no jogo.

Figura 2. Exemplo de slide utilizado no curso

Figura 3. Exercício proposto em aula

Na Figura 2 consta atividade que tem por objetivo apresentar o conceito de variáveis conectado a uma estratégia de batalha. O robô só deve atirar caso a diferença entre duas distâncias sucessivas em relação a um oponente seja nula. Uma vez que para calcular a diferença entre dois valores obtidos no momento da batalha é necessário armazenar o valor da primeira medida, faz-se necessário o uso de variáveis. Ao mesmo tempo, explora-se a estratégia de batalha em que um robô espera que seu oponente pare de se mover para atirar, aumentando assim as suas chances de acerto. Assim observa-se o educacional e o lúdico sendo trabalhado simultaneamente.

De modo geral as aulas envolviam problemas cuja solução implicava na aplicação de estruturas de programação e recursos do Robocode. A partir disso, tornou-se possível compor as seguintes unidades de ensino: apresentação do Robocode: suas regras e sua interface gráfica; conceituação e construção de algoritmos; estruturas de repetição e condicional; conceituação e uso de variáveis; eventos/métodos da API Robocode; implementações envolvendo contextos de batalha. Ver infográfico que consta na Figura 4.

Figura 4. Infográfico com os principais conteúdos abordados com o uso do Robocode no treinamento com os calouros.

A equipe de tutores foi composta por 10 alunos inscritos como monitores na Semana de Integração da Computação, sendo esta última composta também por palestras e outras atividades além desta relatada. Eram todos alunos de cursos de Computação e a maioria estava na segunda metade da graduação. A maioria dos tutores desconhecia completamente o jogo de batalha de robôs virtuais; e a Seleção foi efetuada pela identificação de quais monitores demonstravam interesse na apresentação da proposta de iniciativa com aplicação do Robocode.

A Capacitação dos Tutores ocorreu em dois encontros de 4 horas; sendo explorado todo material - slides e atividades contextualizadas - confeccionadas na fase inicial. Também nesta foram discutidas e validadas: a ordem dos conteúdos abordados, o design dos slides, os objetivos de cada unidade de ensino, estratégias de apresentação e envolvimento dos calouros,;a exploração da programação de computadores, por meio de recursos lúdicos e motivadores; o estímulo à cooperação e integração entre eles.

As regras do Campeonato foram definidas juntamente com os tutores e sofreram influência das que são aplicadas pela Liga Nacional de Robocode, promovida pela UNICAMP. Definiu-se a Composição de Turmas, sendo estas em número de 3, compostas por 30 calouros cada, sendo a capacitação destas de responsabilidade de grupos de 3 tutores. A seleção dos robôs para a batalha final, de 5 rounds, deveria ser precedida por seletivas internas às turmas, onde cada batalha seria composta por 3 rounds. E definidas regras para favorecer a colaboração e a integração dos estudantes.

A Capacitação dos Calouros ocorreu em 2 dias, em encontros de 3 horas; sendo as turmas então divididas em 9 grupos de 3 integrantes. Cada grupo deveria desenvolver um robô para o campeonato. Nos dias de treinamento os calouros foram estimulados a desenvolverem seus robôs para combate. E todos foram instruída a consideram que a rivalidade deveria restringir-se estritamente ao ambiente virtual.

Finalmente, no Campeonato foram realizadas as seletivas internas nas turmas, de modo a compor a batalha final. Cada turma era formada por 9 grupos que foram tomados 3 a 3 para compor a primeira rodada de batalhas. As rodadas posteriores foram constituídas pelos robôs vencedores da etapa anterior até à final. Ver Figura 5a. A batalha final ocorreu entre 3 robôs, representantes das turmas iniciais, Figura 5b.

Definiu-se que as equipes cujos robôs foram derrotados nas batalhas deveriam juntar-se às vencedoras para ajudá-las em ajustes de implementação. Desse modo buscava-se incentivar a cooperação e integração entre os participantes, ao mesmo tempo esperava-se evitar possíveis aspectos negativos de iniciativa competitiva. Devido a essa regra esperava-se que na última batalha cada robô fosse produto de toda a turma de onde ele foi selecionado; bem como estimular ao máximo a integração almejada nos pressupostos de recepção de calouros.

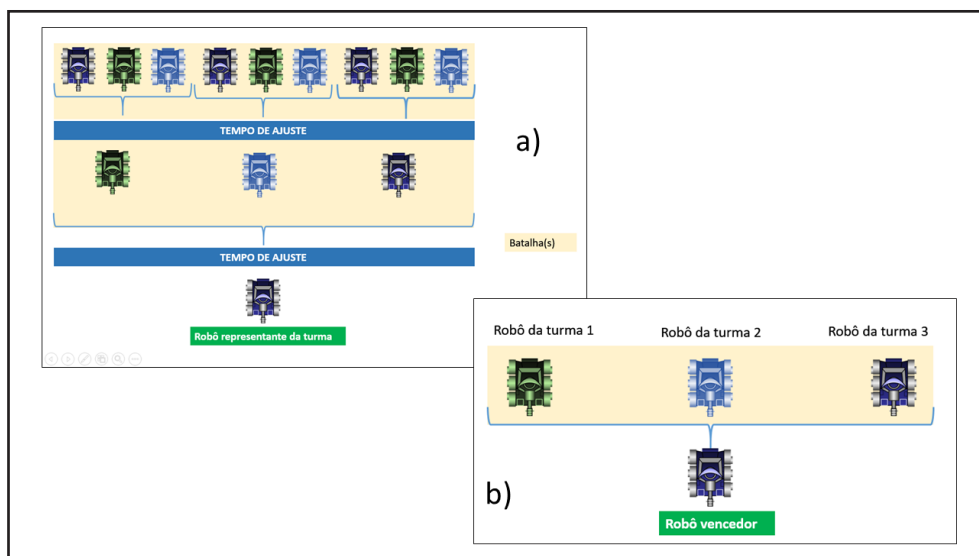



Figura 5. a) Processo de seleção para o robô representante da turma; b) Composição da batalha final

Na batalha final verificou-se intensa participação e motivação de todos os envolvidos no curso de curta duração, movidos pelo desejo de ver o robô da sua turma vencedor.

4 | VALIDAÇÃO

Os resultados observados no Campeonato, a partir da realização satisfatória deste, da participação quantitativa e qualitativa dos calouros, e dos tutores, evidenciam que o Robocode é adequado à recepção de calouros, e para ensino de programação.

Visando confirmar estes resultados, foi aplicado questionário aos tutores, abordando a plataforma Robocode como ferramenta de ensino, a receptividade e aprendizado dos calouros e as capacitações realizadas. A partir da análise das respostas, são observados sinais da adequação da aplicação do Robocode como instrumento de ensino e aprendizagem de programação.

Sobre o potencial do Robocode como ferramenta para ensino de programação, sendo nesta análise usadas as questões P1, P3 e P6 da Tabela 1, mais de 50% dos tutores responderam positivamente, valorando a iniciativa, neste aspecto, com 4 ou 5 numa escala de valores inteiros de 1 a 5, onde 1 refere-se ao pior caso e 5 ao melhor caso. As capacitações, na perspectiva dos tutores, os quais, para esta análise, responderam com as duas maiores notas do intervalo, as questões P4; sendo que 100% dos tutores responderam como suficiente a quantidade de material utilizado e selecionaram 4 ou 5 quanto a qualidade do conteúdo, conforme a pergunta P2 da Tabela 1, tiveram aprovação acerca da qualidade do material e sobre os efeitos destas em geral. E quando perguntados se a realização do campeonato contribuiu para a proposta do treinamento - consideradas as respostas dadas à questão P5 da Tabela 1 - 90.9% responderam positivamente.

Em complemento às questões de composição da Tabela 1, houve ainda questão relativa à: (a) suficiência do material utilizado, para a qual 100% dos tutores responderam 'sim', e (b) sobre se o campeonato contribuiu para o aprendizado, para a qual 80% dos tutores também responderam 'sim'.

Perguntas	**Alternativas**				
	1 = pior caso	**2**	**3**	**4**	**5 = melhor caso**
P1: Como você avalia a receptividade dos conteúdos pelos alunos?	0%	0%	18.2%	63.6%	18.2%
P2: A qualidade (conteúdo) do material didático foi:	0%	0%	0%	63.6%	36.4%
P3: Quanto ao aprendizado por parte dos alunos foi possível notar que:	0%	0%	27.3%	45.5%	27.3%
P4: O número de horas do treinamento e campeonato foi:	0%	27.3%	63.6%	9.1%	0%
P5: Classifico, de um modo geral, o treinamento e campeonato realizados como:	0%	0%	18.2%	45.5%	36.4%
P6: Como classificaria a importância do RoboCode enquanto ferramenta utilizada para ensino de programação no treinamento?	0%	0%	9.1%	54.5%	36.4%

Tabela 1. Parte 1 do questionário de validação onde são apresentadas as questões, e respectivos resultados, cujas respostas correspondem a valores de uma escala.

Em complemento à Tabela 1 houve ainda questão relativa à suficiência do material utilizado e sobre a influência do campeonato no aprendizado. Para se ter uma visão panorâmica desta Validação, foi construído o gráfico que consta no Gráfico 1. Analisando-o percebe-se que somente na questão P4 - relativa ao tempo dedicado às capacitações, a iniciativa em análise foi avaliada negativamente, ou seja, a maioria das notas se aproximam do resultado negativo; sinalizando um aspecto das capacitações oferecidas que deve ser ajustado nas versões anteriores.

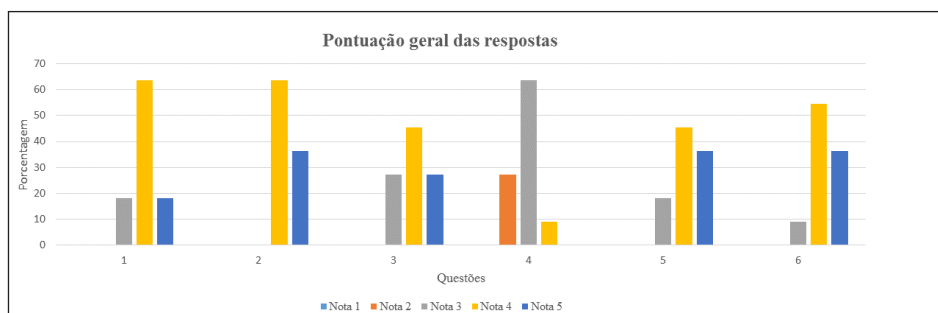



Gráfico 1. Panorama das pontuações às questões

5 | CONCLUSÃO

Com a aplicação do Robocode, é possível correlacionar os efeitos dos códigos sobre uma batalha entre robôs representada graficamente, assim fomentando o aprendizado de programação de maneira contextualizada. O entorno de um confronto vitual confere objetivo às implementações, requerendo que os robôs atendam à regras para vencerem, e também fornece motivação necessária para que os estudantes continuem empenhados num processo colaborativo, ideal para momento de integração.

Por meio da observação da participação dos alunos na iniciativa, e da análise das respostas ao questionário aplicado, foi possível constatar que, de modo geral, o Robocode cumpre com o objetivo de servir como instrumento para recepção de calouros e ensino de programação, contudo, a fim de confirmar a efetividade das conclusões deste trabalho, observou-se também que fazem-se necessárias alterações e adições em versões futuras: (a) contemplar a RECEPÇÃO DE CALOUROS no questionário; (b) ampliar os tempos de capacitação, em especial para os calouros; (c) aplicar questionário também aos calouros; (d) organizar os questionários por tema; (e) organizar mais edições da SIC de forma a ampliar as evidências.

REFERÊNCIAS

CAMBRUZZI, E.; SOUZA, R. M. Robótica educativa na aprendizagem de lógica de programação: Aplicação e análise. **Anais do XXI Workshop de Informática na Escola (WIE 2015)**, pp. 21–28, 2015.

COX, K. K.; BITTENCOURT, R. A. **Estudo Bibliográfico sobre o Processo de Construção de Jogos Digitais: A Necessidade de Sinergia entre o Educar e o Divertir.** Revista Brasileira de Informática na Educação - RBIE, 25(1), pp. 16-43, 2017.

GOMES, A.; AREIAS, C.; HENRIQUES, J.; E MENDES, A. J. Aprendizagem de programação de computadores: dificuldades e ferramentas de suporte. **Revista Portuguesa de Pedagogia**, v. 42, n. 2, 2008.

HINTERHOLZ, O. **Tepequeém: uma nova ferramenta para o ensino de algoritmos nos cursos superiores em computação**. In XVII-Anais do Workshop sobre Educação em Informática, 2009.

MCGONIGAL, J. **Superpoderes Colaborativos**. *In* MCGONIGAL, J. A realidade em jogo. 1. ed. Rio de Janeiro: BestSeller, p. 267-294, 2012.

PANTALEÃO, E.; AMARAL, L. R.; BRAGA E SILVA, G. Uma abordagem baseada no ambiente Robocode para ensino de programação no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE**, 25(3), pp. 95-111, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO (SBC). **Educação Superior em Computação Estatísticas.** 2016. Disponível em: <sbc.org.br/documentos-da-sbc/>. Acesso em: 02 jun. 2018.

SOUZA, D., & BATISTA, M., & BARBOSA, E. Problemas e Dificuldades no Ensino e na Aprendizagem de Programação: Um Mapeamento Sistemático. **Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE**, 24(1), pp. 95-111, 2016.

TEIXEIRA, Marco Antonio Pereira. *et al.* Adaptação à universidade em jovens calouros. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional** (ABRAPEE), pp. 185-251, 2008.

CAPÍTULO 5

APLICANDO UMA METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM COLABORATIVA NO ENSINO DE PROGRAMAÇÃO

Data de aceite: 28/04/2021

Simone Bello Kaminski Aires
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Ponta Grossa
Departamento Acadêmico de Informática (DAINF)
Ponta Grossa – PR
https://orcid.org/0000-0003-3346-2693

João Paulo Aires
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Ponta Grossa
Departamento Acadêmico de Informática (DAINF)
Ponta Grossa – PR
https://orcid.org/0000-0002-4367-9901

Maria João Tinoco Varanda Pereira
Centro de Investigação em Digitalização e Robótica Inteligente
Instituto Politécnico de Bragança
Bragança – Portugal
https://orcid.org/0000-0001-6323-0071

Luís Manuel Alves
Centro de Investigação em Digitalização e Robótica Inteligente
Instituto Politécnico de Bragança
Bragança – Portugal
https://orcid.org/0000-0003-1418-910X

RESUMO: Este artigo aborda os resultados obtidos na utilização de uma metodologia de ensino colaborativa em uma turma com alunos ingressantes de um Curso de Bacharelado em Ciência da Computação. O grupo no qual a pesquisa foi implementada foi composto de 45 alunos matriculados na disciplina de Algoritmos do primeiro semestre de 2018. Para a estratégia de ensino, foi aplicado o Método Trezentos, que consiste na divisão da turma em grupos de trabalho colaborativo com oito alunos. Com esta metodologia, constatou-se uma melhora significativa não somente nas notas obtidas pelos estudantes, como, também, no percentual de aprovação. Com base nos dados históricos dos últimos anos, é possível perceber que o método se mostrou eficiente, uma vez que ao aplicar tal estratégia, houve ampliação no percentual de aprovação de 50,0% para 58,7% dos matriculados na disciplina.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino colaborativo, método trezentos, ensino de graduação, ensino de computação.

APPLYING A COLLABORATIVE LEARNING METHODOLOGY IN PROGRAMMING TEACHING

ABSTRACT: This paper discusses the results obtained in the use of a collaborative teaching methodology in a class with students entering a Bachelor's Degree in Computer Science. The group in which the research was implemented was composed of 45 students enrolled in the Algorithms course of the first semester of 2018. For the teaching strategy, the Three Hundred Method was applied, which consists of dividing the class into collaborative working groups with eight students. With this methodology, there was a significant improvement not only in the grades obtained by the students, but also in the

percentage of approval. Based on historical data from recent years, it is possible to notice that the method proved to be efficient, since when applying such strategy, there was an increase in the approval percentage from 50.0% to 58.7% of those enrolled in the discipline.
KEYWORDS: Collaborative teaching, three hundred method, undergraduate teaching, computer teaching.

1 I INTRODUÇÃO

Atualmente é possível verificar que diversos são os avanços que fortalecem o cenário educacional e, dentre eles destacam-se dois fatores: ciência e tecnologia (AIRES, PILATTI, 2017). Neste sentido, é inevitável que o desenvolvimento promovido por meio da união desses dois elementos, acarrete perceptíveis mudanças no mundo globalizado. Assim, segundo Aires e Pilatti (2017) é fundamental que em todas as modalidades de ensino tenhamos dois ingredientes essenciais: 1) pessoas engajadas em transformar a realidade; 2) administração escolar/universitária que atenda aos interesses da comunidade.

Adicionalmente entende-se que, para que a aprendizagem seja definitivamente alcançada, é necessário que tanto o aluno, quanto o professor, se utilizem de métodos adequados (e eficazes) para que a absorção do conteúdo seja pleno. Assim, torna-se necessário a adoção de metodologias capazes de promover uma aprendizagem diferenciada/significativa conforme apontado na Teoria de Ausubel, proporcionando êxito na conclusão dos conteúdos abordados (AIRES, PILATTI, 2016). É necessário, também, compreender que cada aluno tem um nível/capacidade de aprendizado diferente e, assim, é importante que o professor considere nas avaliações as necessidades/particularidades de cada estudante.

Baseado na dificuldade encontrada pelos estudantes no ensino de Engenharia, o professor Ricardo Ramos Fragelli desenvolveu em 2013 um método denominado Trezentos (FRAGELLI, 2015), no qual consiste na aprendizagem dos estudantes de forma ativa e colaborativa. Os resultados obtidos pelo Prof. Fragelli foram interessantes, uma vez que o índice de aprovação em uma disciplina básica de um curso de engenharia passou de 50 para 95%. Destaca-se que o Método Trezentos recebeu em 2016 a Menção Honrosa da Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior (ABMES) no "*Prêmio Top Educacional Prof. Mário Palmério – 22ª Edição*".

O Método Trezentos consiste na colaboração entre os alunos matriculados em uma disciplina comum (FRAGELLI, 2015) permitindo a troca de experiências e o auxílio mútuo, principalmente no processo pós-avaliação, no qual os alunos mais bem preparados (e que obtiveram melhores notas) desenvolvem grupos de estudo (denominados grupos de colaboração) que contribuem com o aprendizado dos colegas com maior dificuldade.

Este trabalho apresenta a aplicação da metodologia colaborativa Trezentos, desenvolvida por Fragelli (2015), na disciplina de Algoritmos (1° período) do Curso Superior de Bacharelado em Ciência da Computação de uma Universidade Federal brasileira. Esta

disciplina, na qual os alunos têm o seu primeiro contato com a programação, historicamente, possui alto índice de retenção/reprovação, fato este que incentiva o uso de um processo similar ao realizado por Fragelli (2015), que aplicou o processo em disciplinas de cálculo.

Adicionalmente, esta pesquisa ilustra os resultados obtidos na aplicação do método supramencionado, como parte do processo de avaliação e ensino-aprendizagem na disciplina de Algoritmos do curso de computação uma universidade federal brasileira. O estudo apresenta um comparativo do índice de aprovação na referida disciplina e a média de notas obtida nos últimos dois anos (equivalente a três turmas), comparando com a aplicação do método abordado na turma matriculada em 2018.

2 | PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

Os estudos realizados por Fragelli (2015) e Fragelli e Fragelli (2017) apontam que o índice de reprovação nas disciplinas de cursos de graduação está relacionado a fatores dentro e fora da sala aula. Dentre eles, destacam-se a baixa eficiência dos métodos de ensino utilizados pelos docentes, a falta de preparo/amadurecimento do estudante ao ingressar no ensino superior, e, também, os conhecimentos que o aluno traz consigo e que favoreçam uma aprendizagem significativa (TAVARES, 2010; FRAGELLI, 2015; FRAGELLI, FRAGELLI, 2017).

Estudos apontam que as estratégias de ensino baseadas apenas na recepção de conteúdo por parte do aluno são, além de pouco atrativas para as turmas, responsáveis pelo desestímulo e baixo rendimento nas disciplinas (FRAGELLI, FRAGELLI, 2016). Registra-se que a reprovação está relacionada, muitas vezes, à forma de avaliação utilizada em cada disciplina, bem como os objetos de aprendizagem e estímulos utilizados pelo professor para abordar os conteúdos. Segundo Fragelli (2015), Fragelli e Fragelli (2016) e Fragelli e Fragelli (2017), a prova escrita é um tipo de avaliação muito utilizada e, por este motivo deve-se verificar alternativas para reduzir a ansiedade do estudante neste momento. Logo, a utilização de uma metodologia baseada em aprendizagem ativa e colaborativa, pode ajudar a aumentar o nível de confiança e conforto dos estudantes nos momentos de provas.

Destaca-se que uma metodologia de aprendizagem colaborativa, pode fazer com que o empenho do aluno se centre mais no processo de aprendizagem e menos nos momentos de avaliação, aumentando, assim, a sua motivação para programar.

Com isso, faz-se necessário utilizar de meios alternativos que, não somente favoreçam uma aprendizagem significativa, como, também, permitam a total interação da turma, formando uma rede colaborativa de aprendizagem, no qual os estudantes acima da média auxiliam aqueles com maiores dificuldades de compreensão.

3 I METODOLOGIA

Para este trabalho, foi realizada uma análise quali-quantitativa, usando estatística descritiva, conduzida em uma disciplina de um curso de Bacharelado em Ciência da Computação, sendo: Algoritmos - primeiro período (com 45 alunos). Foram aplicadas as mesmas estratégias do Método Trezentos (validadas pelo autor), proposto por Fragelli (2015), no qual consistem nas etapas a seguir apresentadas:

- Etapa 1: aplicação de avaliação inicial da disciplina, para nivelamento dos estudantes;

- Etapa 2: são formados "n" grupos com cinco estudantes. Estes são ordenados pela nota obtida (em ordem decrescente de nota), atribuindo um número de 1 a "n" para cada estudante, repetindo o processo de "n" até 1, garantindo que todos os estudantes estejam identificados por um número. Os grupos são formados pelos estudantes de número iguais. A Figura 1 ilustra a formação dos grupos na disciplina de Algoritmos.

ALUNO	AVALIAÇÃO	GRUPO
2057387	8,4	1
2059061	7,7	2
2058979	7,50	3
2057352	7,00	4
2058880	6,80	5
2058901	6,80	6
2057425	6,50	7
2069881	6,00	8
2057360	5,60	8
1925474	5,50	6
2057441	5,50	7
2059002	5,3	5
2057468	5,20	4
2058944	4,9	3

ALUNO	AVALIAÇÃO	GRUPO
2057387	8,4	1
2065770	4,6	1
2057506	3,8	1
2065738	2,5	1
1874578	0,9	1
2059061	7,7	2
2057344	4,8	2
2059070	4,0	2
2057484	2,5	2
2065762	1,0	2
2058979	7,5	3
2058944	4,9	3
2057492	4,0	3
2057417	3,0	3
2060892	1,2	3

Figura 1 - Formação dos grupos

- Etapa 3: cada nova avaliação terá sua reavaliação. Após a avaliação, os grupos são reorganizados para realizar as metas necessárias antes da reavaliação. Deste modo o grupo dificilmente volta a se repetir e há a possibilidade de um estudante que tinha sido ajudado em alguma prova se torne ajudante (líder) e vice-versa. As metas a serem atingidas são descritas a seguir:
    - Meta 1: Dois encontros presenciais com os integrantes do grupo, com 2h de duração;
    - Meta 2: Entrega de uma lista de exercícios elaborada pelo professor;
    - Meta 3: Resolução de uma avaliação realizada pelos líderes do grupo;

- Etapa 4: organização dos acréscimos nas notas dos líderes. Os líderes não refazem a avaliação, mas melhoram suas notas iniciais de acordo com a melhora dos estudantes ajudados e com o nível de ajuda oferecido ao grupo. Foi estabelecido que nota superior a cinco (5,0) determina os alunos com melhor rendimento e estes serão os ajudantes (líderes).

A Figura 2 apresenta os valores de acréscimo na nota do líder conforme a ajuda prestada aos estudantes do grupo. Tais notas são conquistas por meio de uma avaliação realizada entre líder e ajudados. Desta forma, o líder poderá aumentar sua nota em até 1,5 pontos.

Melhora do estudante ajudado	Nível de ajuda				
	1	2	3	4	5
Melhora de 0 a 1	0,00	0,25	0,25	0,50	0,50
Melhora maior que 1 para uma nota final inferior a 4,0	0,00	0,25	0,25	0,50	0,50
Melhora maior que 1 para uma nota final superior a 4,0	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Melhora para uma nota final igual ou superior a 6,5	0,00	0,25	0,50	1,00	1,50

Figura 2 - Desempenho dos líderes

Conforme apresentado, o estudo utilizou integralmente a metodologia desenvolvida por Fragelli (2015), não sendo efetuado nenhum ajuste e/ou adaptação da mesma. Assim, não foi necessário realizar qualquer validação do instrumento adotado, uma vez que nenhuma estratégia foi acrescentada/modificada para a finalidade pretendida. A validação e discussão dos instrumentos utilizados no método, está disponível em Fragelli (2015).

A Figura 3 sintetiza as etapas abordadas anteriormente. Pode-se observar que há uma avaliação de nivelamento inicial para que os grupos sejam formados (Etapa 1 e 2). A seguir, as metas para realizar a reavaliação devem ser executadas (Etapa 3). Após a reavaliação espera-se o aumento na nota dos ajudados, refletindo diretamente no aumento da nota dos líderes do grupo (Etapa 4).

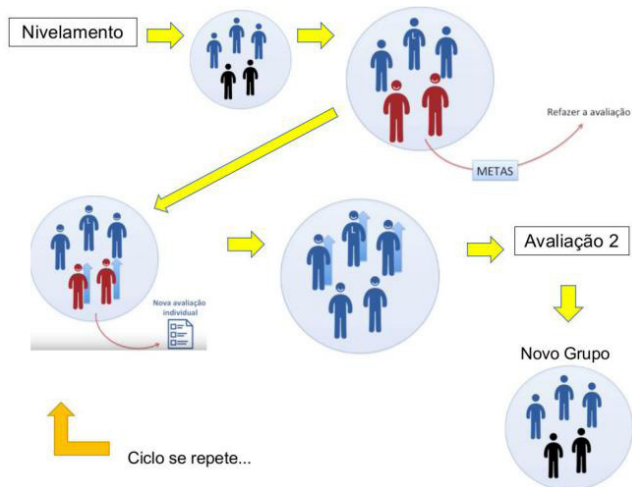



Figura 3 - Passos da aplicação do Método Trezentos

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme o planejamento da disciplina, foram realizadas três avaliações e, para cada avaliação, foi efetuada uma reavaliação (conforme critério e metas estabelecidos pelo Método Trezentos). De acordo com o abordado no método, antes de cada reavaliação, o aluno deve realizar reuniões com seu grupo de trabalho, resolver uma nova lista de exercícios (disponibilizada pelo professor), e uma pré-avaliação feita pelo líder do grupo.

Dos 45 estudantes matriculados na disciplina de Algoritmos apenas 12 (26,7%) obtiveram nota superior à 6,0 na avaliação P2 (considerando a avaliação P1 como sendo a prova de nivelamento). Dos 33 estudantes com nota abaixo da média (6,0), 22 deles refizeram a P2, sendo que todos melhoraram a nota obtida. Ressalta-se que, após reaplicar a avaliação aos estudantes abaixo da média, 51,1% do total da turma (23 estudantes) ficaram com nota superior a 6,0. Destaca-se que, apesar de 22 estudantes não terem obtido nesta avaliação uma nota maior que a média (6,0), estes conseguiram melhorar a nota em: 417% - melhor caso o aluno A1 (passou de 0,6 para 3,1) e; o aluno A5 que melhorou em 280% (passando de 1,5 para 5,7), resultados que podem ser visualizados na Tabela 1.

Ainda, é importante observar que, alguns alunos conseguiram atingir a média (6,0), a exemplo de: A7, A18, A29, A32 e A39. A média para aprovação na disciplina é de 6,0, por esse motivo observa-se os alunos que obtiveram o rendimento igual ou superior a 60%. Os alunos designados como líderes, ampliaram suas notas de 6% a 29% conforme sua colaboração nos grupos de estudo, isto pode ser verificado na Tabela 1 para os alunos A8, A9, A10, A26, A27, A30, A31, A44, entre outros. Na Tabela 1, apresenta-se a média da turma ao aplicar o Método Trezentos, comparando com a média obtida sem a aplicação do

método, nota-se que a média de 4,3 é ampliada para 6,0 depois de aplicar a metodologia proposta.

Aluno	P2	P2-300	%		Aluno	P2	P2-300	%		Aluno	P2	P2-300	%
A1	1,2	1,9	58%		A16	2,3	5,7	148%		A31	5,8	6,8	17%
A2	1,2	1,2	0%		A17	7,1	7,6	7%		A32	3,5	8,4	140%
A3	1,5	2,7	80%		A18	4,7	6,9	47%		A33	4,8	6,1	27%
A4	6,0	7,0	17%		A19	0,7	0,7	0%		A34	5,5	7,0	27%
A5	1,5	5,7	280%		A20	6,7	8,2	22%		A35	1,2	3,1	158%
A6	0,6	3,1	417%		A21	5,8	6,3	9%		A36	8,5	9,5	12%
A7	2,5	6,0	140%		A22	2,2	2,5	14%		A37	7,5	8,0	7%
A8	7,1	7,9	11%		A23	3,8	3,8	0%		A38	8,9	9,4	6%
A9	6,5	7,0	8%		A24	2,7	5,6	107%		A39	3,9	7,0	79%
A10	5,6	7,1	27%		A25	4,9	9,1	82%		A40	4,5	6,4	42%
A11	2,2	5,4	145%		A26	8,1	9,6	19%		A41	5,2	5,7	10%
A12	1,5	5,5	267%		A27	6,8	8,3	22%		A42	8,8	9,8	11%
A13	1,2	3,2	167%		A28	3,1	5,8	87%		A43	2,8	6,4	129%
A14	1,8	1,8	0%		A29	3,9	6,1	56%		A44	5,1	6,6	29%
A15	5,3	6,1	14%		A30	9,4	10,0	6%		A45	1,0	2,2	120%
										Média Geral	4,3	6,0	

Tabela 1 - Comparativo da avaliação P2 com e sem a aplicação do método

Como podemos visualizar na Tabela 1, através dos resultados é possível verificar que a aplicação do método e o auxílio contínuo dos grupos de apoio (liderados por estudantes com notas melhores), proporciona evolução considerável àqueles estudantes com dificuldades de aprendizado. Esta espécie de “tutoria”, no qual os estudantes se reúnem em grupos para tirar dúvidas de exercícios, bem como realizam um teste preparatório em grupo antes da avaliação com o professor, demonstrou-se eficiente neste caso em particular, uma vez que o sucesso dos estudantes nas reavaliações é medido pela melhora nas notas globais dos alunos.

No Gráfico 2, observa-se o percentual de melhora de cada estudante após a aplicação do método na P2. De maneira geral um aumento das notas obtidas é verificado, 6 estudantes aumentaram suas notas em mais de 50%, 7 estudantes melhoraram suas notas em mais de 100%, 2 estudantes melhoraram 150%, 2 estudantes estão acima de 250% e 1 estudante conseguiu melhorar 400%.

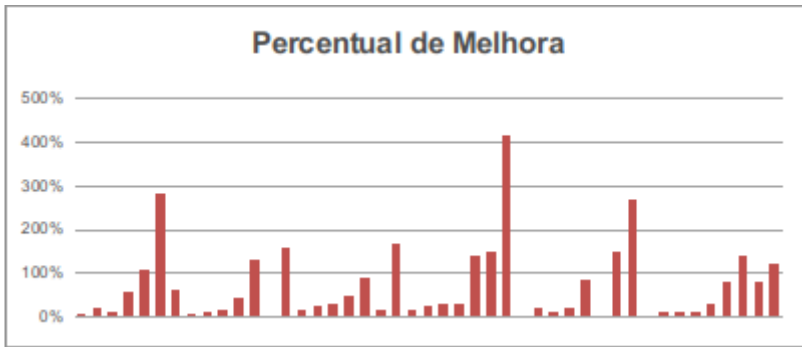



Gráfico 2 - Percentual de melhora nas médias após aplicação do método

Conforme definido no método, os estudantes que obtiveram uma nota superior a cinco pontos tornam-se líderes dos grupos de apoio àqueles estudantes que ficaram com nota inferior a cinco pontos na avaliação. Porém, destaca-se que este critério precisa ser adaptado, uma vez que os estudantes que são nomeados como líderes não podem refazer a avaliação. Assim, a nota deles será aumentada proporcionalmente a média das notas obtidas na reavaliação dos estudantes que eles ajudaram nos grupos de apoio. Neste sentido, quanto maior for a melhora nas notas dos estudantes ajudados, mais pontos os líderes computam. Entende-se que este critério denota um ponto a ser melhorado no método, uma vez que se verificou que as notas parciais de alguns estudantes que foram líderes, ficaram inferiores àquelas obtidas pelos colegas que tiveram a oportunidade de refazer a avaliação.

Dos 45 estudantes que fizeram a avaliação P2 na disciplina de Algoritmos, 19 (42,2%) obtiveram nota superior a cinco pontos e a média da turma, nesta avaliação, foi de 4,3 pontos. Ao aplicar o método, dividindo os estudantes em grupos, 26 alunos dos que ficaram com nota inferior a cinco pontos, apenas 22 refizeram a avaliação P2 e todos conseguiram aumentar sua nota na avaliação P2. Consequentemente, a média da turma na avaliação P2, aumentou para 6,0 pontos. Na avaliação P3 a média da turma foi de 4,2, após aplicar o método aumentou para 5,3.

As médias das avaliações apresentadas são do 1º semestre de 2018, é importante destacar que os conteúdos se tornam mais complexos no decorrer do semestre. Isso representa que a P1 (nivelamento) possui um conteúdo inicial mais simples, e a P4 contempla o conteúdo mais difícil do semestre. Desta forma, as médias tendem a diminuir nas últimas avaliações. Porém, destaca-se que neste estudo observamos a melhoria do estudante quando refaz cada avaliação em particular. Isto representa que havendo melhoria em cada reavaliação, haverá aumento na média final do aluno. Destaca-se que, mesmo que um aluno não obtenha média suficiente para aprovação, é possível constatar que o conteúdo foi mais bem assimilado, uma vez que sua nota na reavaliação melhorou. Assim,

entende-se que o trabalhado no grupo de estudo colaborativo auxilia os estudantes com rendimento inferior ao desejado.

A Tabela 2, apresenta um histórico de aprovações na disciplina. Com os resultados apresentados após aplicação do método de aprendizagem colaborativo, o aproveitamento na disciplina obteve um aumento significativo. Isto sugere que tal estratégia permitiu maior interação entre os alunos e, consequentemente, o "resgate" daqueles que porventura não estivessem acompanhando o pleno desenvolvimento da disciplina.

Ano/semestre	Número de alunos matriculados	Aprovados (% de aprovação)
2017 - 1	45	18 (40,0%)
2017 - 2	44	22 (50,0%)
2018 - 1	46	27 (58,7%)

Tabela 2 - Histórico de aprovação na disciplina de Algoritmos

5 I CONCLUSÕES

Ao observar os resultados, verifica-se que o método permitiu ampliar o número de aprovações, passando de 50% para 58,7%. Sabendo da dificuldade na reoferta desta disciplina, o resultado obtido foi importante uma vez que houve redução na retenção de alunos.

Outro fato a observar é o desempenho nas notas dos alunos que não foram aprovados, ou seja, não atingiram média 6,0. Apesar da reprovação, os dados obtidos demonstraram que o conteúdo foi mais bem compreendido. Isto se comprova ao comparar as notas obtidas à medida que o conteúdo avança. Ou seja, verificou-se que, apesar do aumento da complexidade no conteúdo no decorrer da disciplina, as notas obtidas nas reavaliações foram melhores do que aquelas conseguidas na avaliação original (resultado anterior). Assim, é possível entender que o método funcionou adequadamente, tendo, os líderes, um papel fundamental neste resultado, bem como, o interesse/motivação geral dos estudantes com a disciplina.

No aspecto humano, observa-se a boa vontade de muitos líderes em querer que seus ajudados melhorem o desempenho na disciplina. Porém, alguns deles não se dispuseram a contribuir com seus ajudados, alegando falta de tempo e quantidade de atividades a desenvolver, o que acaba por fragilizar o processo.

Conclui-se que ao aplicar o Método Trezentos o número de aprovações na disciplina de Algoritmos foi ampliado, mas depende essencialmente do comprometimento integral dos estudantes (ajudantes e ajudados) e de um esforço adicional do professor, na organização dos materiais, controle das equipes, lançamento das notas e as periódicas reavaliações.

REFERÊNCIAS

AIRES, J. P; PILATTI, L. A (2016). Aprendizagem significativa por meio do ensino adaptativo. *Revista Espacios*. 37 (29).

AIRES, J. P; PILATTI, L. A (2017, Novembro). Feyerabend promovendo a aprendizagem significativa por intermédio do ensino adaptativo. Artigo apresentado no IV Congresso Nacional de Educação (CONEDU 2017). Editora Realize.

FRAGELLI, R. R. Trezentos: Aprendizagem colaborativa como uma alternativa ao problema da ansiedade em provas (2015). *Revista Eletrônica Gestão & SaúdeBrasília*, 6 (2).

FRAGELLI, T. B. O.; FRAGELLI, R. R. Uma experiência de aplicação do método trezentos na área da saúde (2016). *Educação, Ciência e Saúde*, 3 (1).

FRAGELLI, R. R.; FRAGELLI, T. B. O (2017). Three Hundred: the human dimension of the method. *Educar em Revista*, 3 (1).

FRAGELLI, T. B. O.; FRAGELLI, R. R. Trezentos: a dimensão humana do método (2017). *Educar em Revista*, 33 (63).

TAVARES, R (2010). Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 18 (2).

CAPÍTULO 6

ATLAS DA PESQUISA EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NO ESTADO DE SÃO PAULO

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão: 19/02/2021

Laura Simões Camargo
Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
http://lattes.cnpq.br/8363410523403820

RESUMO: O capítulo rastreia medidas que fomentam o desenvolvimento de Inteligência Artificial (IA) no Brasil, identificando atores e relações chave para implementação de estratégias de IA que promovam maior integração e interação entre áreas, disciplinas e instituições no estado de São Paulo. É traçado um panorama geral sobre questões éticas e regulatórias, essenciais para a compreensão da formulação e aplicação de editais e aportes financeiros voltados para os setores público e privado. São identificadas e analisadas ferramentas, políticas e programas públicos de incentivo ao desenvolvimento de IA no Brasil e, mais especificamente, no estado de São Paulo, de modo a sugerir caminhos para maior sinergia entre pesquisadores e instituições, públicas e privadas.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial; Aprendizagem de Máquina; Pesquisa e Desenvolvimento; Ciência, Tecnologia e Inovação; Políticas públicas.

ATLAS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) RESEARCH IN THE STATE OF SÃO PAULO

ABSTRACT: The chapter tracks measures that foster the development of Artificial Intelligence (AI) in Brazil, identifying key players and relationships for the implementation of AI strategies which promote greater integration and interaction between areas, disciplines and institutions in the state of São Paulo. It provides an overview of the ethical and regulatory issues, to the comprehension of the formulation and application of public and private sector funding. It also identifies and analyzes tools, policies, and public programs that encourage the development of AI in Brazil and, more specifically, in the state of São Paulo, in order to suggest ways to achieve greater synergy between researchers and institutions, public and private.

KEYWORDS: Artificial Intelligence; Machine Learning; Research and Development; Science, Technology and Innovation; Public policies.

POTENCIALIDADES E ADVERSIDADES DA IA

Fomentado por diferentes setores públicos, privados e organizações não governamentais, o debate quanto a inserção e disseminação de tecnologia nos mais diversos âmbitos sociais e econômicos tem tomado proporções cada vez maiores no cenário internacional. Dada esta ampla gama de fontes, foi adotada a metodologia de d*esk*

research para realização do presente capítulo. Essa, esteve embasada na busca pelos termos "Inteligência Artificial" e "Aprendizagem de Máquina", eleitos dada sua importância estrutural no tema abordado.

Em "Digital Sociology" (2015), Deborah Lupton argumenta que, para além de proporcionarem uma nova experiência social, as tecnologias digitais ressignificaram aquilo que é entendido como *humano*. Todas as pessoas são influenciadas pelo digital, ainda que em diferentes intensidades. Os espaços públicos e privados estão embebidos em tecnologia digital, e os seres humanos estão se tornando o que a autora denomina de *data subjects*, ou seja, sujeitos ou fontes de dados variados.

A Inteligência Artificial (IA), em especial, é assunto de acaloradas discussões desde a época em que existia apenas em livros de ficção científica. Hoje em dia, ela é factível e está imersa em atividades cotidianas. O murmúrio sobre a dominação de máquinas inteligentes há muito foi deslegitimado pela ciência, dado que as tecnologias desenvolvidas até o momento não possuem em seu espectro a capacidade de construção de uma máquina tal qual. É possível distinguir as chamadas *Narrow AI* e *Strong AI*. A primeira delas já é implementada por empresas nos mais diversos mercados, sendo a tecnologia capaz de identificar padrões a partir de dados com os quais é alimentada. Desta forma, ela é treinada para gerar resultados com maior rapidez e alcance do que um ser humano, mas seu escopo não deixa de ser limitado. A *Strong AI*, por outro lado, prevê que as máquinas possuirão inteligência similar ou, em alguns casos, superior à humana, e é visionária[1].

Se uma vez a dominação das máquinas foi o grande tema que circundava a IA e sua utilização, atualmente ela carrega dois grandes braços: o ético e o econômico. O desenvolvimento de suas tecnologias rapidamente tomou grandes proporções, de modo que o campo jurídico não foi capaz de acompanhar tal evolução. Sem uma legislação específica para regulamentação de seus usos, a IA tem sido largamente utilizada por empresas e governos, para múltiplos fins. Não são poucos os casos de discriminação nos quais têm se envolvido, principalmente para com pessoas negras e mulheres. Sem um controle e uma padronização dos processos, na prática, a ética da IA é definida por cientistas e desenvolvedores em seus laboratórios, sem necessariamente passar por processos de debate e levantamento de questões sociais. Um primeiro passo para a regulamentação brasileira no campo da IA já foi dado. A Lei Federal 13.709/18, também chamada de Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), prevê a proteção à privacidade dos dados pessoais do usuário, a transparência quanto aos tratamentos de dados, a padronização de normas e a promoção da concorrência[2]. A lei obteve como inspiração o Regulamento (UE) 2016/679 e entrará em vigor em maio de 2021[3].

A partir da criação e implementação das regulamentações necessárias, será possível desenvolver e utilizar tecnologias de IA de forma ética, segura e em favor da população.

1 (ARBIX, 2019, *forthcoming*)

2 As informações foram obtidas no site da LGPDbrasil.com.br: https://www.lgpdbrasil.com.br/o-que-muda-com-a-lei/

3 As informações foram obtidas no site da EUR-Lex: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj

Assim como a IA pode ser compreendida como uma ferramenta de reprodução de preconceitos e de reforço de estruturas sociais, ela também pode ser útil na diminuição das desigualdades, quando aplicada com responsabilidade. Seu potencial é enorme. Para além de comandar processos inovadores, a IA pode remodelar a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), bem como fizeram demais tecnologias revolucionárias, tais como a eletricidade e a máquina a vapor. Alguns estudiosos ainda consideram a IA "uma constelação de tecnologias de propósito geral (TPG)" (ARBIX, 2020, p. 396), podendo ser aplicada em quase todos os setores da economia, gerar mais inovação e melhorar o empenho das áreas na qual é aplicada, além de potencializar a P&D.

CONTEXTO HISTÓRICO E DESENVOLVIMENTO DE CT&I NO BRASIL

Sendo o Brasil historicamente um país de múltiplas desigualdades[4], o emprego de IA vistoriado por parcerias entre órgãos governamentais, universidades e empresas privadas, a chamada tripla-hélice, poderia ser muito rico para o desenvolvimento da economia nacional, aumento de competição no mercado interno, posicionamento do país como um agente de peso no mercado externo, e benefício da população, com a redução das disparidades e suas consequências. Ao que tudo indica, no entanto, o Brasil não tem tomado as medidas necessárias para manter-se na fronteira e pareado aos países desenvolvidos.

De acordo com a quinta edição da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), "mais de 99% das empresas [brasileiras] não inovam em nenhum sentido da palavra ou estão adaptando e absorvendo tecnologias de outras fontes estrangeiras e domésticas." (2020, p. 79). Indo além, apenas 3,8% das empresas envolvem produtos e 2,9% envolvem processos novos no mercado mundial.[5] Em 2018, o Brasil ocupou a 64ª posição em ranking de inovação global, bem como a 52ª em ranking de capital humano e P&D, a 38ª em sofisticação empresarial, a 82ª em instituições políticas e regulatórias, e novamente 82ª em sofisticação de mercado.[6]

Entre 2017 e 2018, cerca de 30 países[7] construíram estratégias e divulgaram valores de investimento nacionais para o desenvolvimento de P&D, Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), formação de pesquisadores, fortalecimento de centros de pesquisa, criação de escolas e cursos, apoio às empresas, ampliação de padrões, protocolos e da infraestrutura digital, bem como criação de regulamentações voltadas para a promoção da IA (Dutton, 2018). Apesar de o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) ter lançado uma Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o período entre 2016 e 2022,

4 Vide Relatório da Oxfam Brasil 2018 e Índice Gini 0.47 (dado atualizado em 2013 e obtido no site da OECD: https://data.oecd.org/brazil.htm).

5 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)

6 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)

7 Dentre eles: Canadá, China, Dinamarca, Finlândia, França, Índia, Itália, Japão, México, Singapura, Coreia, Suécia, Taiwan, Reino Unido e União Europeia.

a IA não é especificamente abordada no documento e o Brasil ainda não apresentou suas estratégias nacionais específicas para ela[8].

O contexto atual é fruto de um movimento histórico de marginalização e desvalorização da Ciência e Tecnologia (C&T) pelo Estado brasileiro. De acordo com Arbix (2019, *forthcoming*), no início da década de 60, o Brasil estava longe de ter como meta o desenvolvimento de C&T, posição reafirmada durante o período da Ditadura Militar, quando as universidades permaneceram cercadas pelo governo ditatorial e mantiveram raro contato com o setor privado. Neste cenário, a produção de conhecimento era realizada a partir de esforços individuais ou de pequenos grupos, de forma que a inovação era praticamente inexistente.

Foi somente na década de 70, com a execução dos Planos Nacionais de Desenvolvimento (PNDs), que o governo ditatorial entendeu a necessidade de mão-de-obra capacitada e decidiu criar centros de pesquisa avançada ligados a empresas estatais, como a Petrobras, Telebras e Vale do Rio Doce. Na mesma época, um grupo de pesquisadores conseguiu enviar uma mensagem de um computador para outro na Califórnia, gerando uma tecnologia de ponta, abrindo novos horizontes e aumentando a distância entre os países desenvolvidos e emergentes. Os PNDs brasileiros logo perderam consistência, buscando metas já obsoletas em relação ao contexto internacional. Não apenas, a partir da redemocratização e da instalação do chamado "presidencialismo de coalizão", as agências e políticas de inovação foram sujeitadas a pressões políticas, favorecendo sua fragmentação e falta de coordenação[9].

Em 1969, ocorreu a primeira *International Joint Conferences on Artificial Intelligence Organization*, em Washington, Estados Unidos. O primeiro Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial (SBIA) foi realizado em Porto Alegre (RS) no ano de 1984, coordenado por Rosa Maria Viccari e Antônio Carlos da Rocha Costa. Luiz Martins era o então presidente da Sociedade Brasileira de Computação (SBC). Com o passar dos anos, o SBIA se consolidou como um fórum importante das pesquisas de IA em diversas áreas, até então pulverizadas em eventos de informática. Poucas revistas internacionais tratavam de IA com publicação continuada. Sistemas Especialistas e Engenharia de Conhecimentos, como subáreas de IA, estavam em acelerado crescimento e contribuíram para a aceitação do tema na academia. Um ano antes, em 1983, foi publicado o primeiro artigo sobre Inteligência Artificial no Brasil. Escrito por João de Fernandes Teixeira e Maria Eunice Quilici Gonzales, "Inteligência Artificial e teoria de resolução de problemas" foi publicado pela Revista de Filosofia Trans/Form/Ação, v. 6, p. 45-52, 1983[10].

---

8 Há indícios, no entanto, que as estratégias brasileiras para IA sejam publicadas ainda em 2021.

9 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)

10 O texto foi encontrado nas plataformas da Scielo e Google Scholar no dia 13/02/2020, a partir da busca pela palavra-chave "Inteligência Artificial". Ele pertence ao Departamento de Filosofia da UNESP.

SÃO PAULO: POLO TECNOLÓGICO E FINANCEIRO

No estado de São Paulo, a pesquisa em IA teve como base as pesquisas teóricas em física estatística do professor Silvio Salinas, no Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Seus trabalhos foram fundamentais para o avanço das redes neurais e aprendizagem de máquina. Não apenas, os primeiros projetos financiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) sobre IA datam de 1992[11]. A agência proporcionou diversas formas de auxílio para o desenvolvimento da área no estado paulista.

A partir do último censo realizado pelo IBGE (2010), estima-se que o estado de São Paulo seja habitado atualmente por 45.919.049 pessoas, liderando o ranking e sendo a unidade federativa mais populosa. Cerca de 96% da população vivem em ambiente urbano, o que também indica uma alta disponibilidade de mão-de-obra. Considerando a relevância da qualificação dos trabalhadores no mercado contemporâneo, cuja tendência a médio-longo prazo é de substituição da mão-de-obra braçal por máquinas mais precisas e rentáveis, torna-se importante considerar o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), sendo o paulista 6,5, o maior valor do país. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) paulista é 0,783, o segundo mais alto do Brasil. Por fim, São Paulo lidera 18 dos 20 rankings da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), ocupando a segunda posição em Indústrias Extrativas[12] e Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais[13].

A partir destes dados, fica claro que o estado de São Paulo é um polo que abriga tanto empresas privadas capazes de inovar quanto a mão-de-obra necessária para tal. Para que se desenvolva ainda mais e alcance seu potencial, é necessário suporte estatal e uma forte aliança entre empresas-Estado-universidades, de modo que o setor privado não recue em inovar e correr riscos, bem como a massa de trabalhadores seja educada com base no novo modelo de sociedade e mercado. É central a criação de políticas e programas públicos que sejam complexos, de peso, e que abarquem os cuidados necessários para o desenvolvimento de uma IA responsável.

FINANCIAMENTO DE PESQUISAS E PROJETOS ACADÊMICOS

Em nível nacional, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) são as principais instituições de fomento à pesquisa. A primeira, instituída pelo Decreto 29.741,

11 O primeiro auxílio à pesquisa foi concedido ao projeto chamado "Sistemas baseados em conhecimentos: metodologias para desenvolvimento e aplicações", de Maria Carolina Monard. A primeira bolsa no país foi concedida ao projeto chamado "Fundamentos lógico-operatórios da programação com variáveis e recursões em logo", de José Armando Valente (responsável) e Paulo Sergio Marchelli (beneficiário). Os resultados foram obtidos após uma busca pelas palavras-chave "Inteligência Artificial" e "Aprendizagem de Máquina" no site da FAPESP em 04 de junho de 2020.

12 Minas Gerais ocupa o primeiro lugar no ranking.

13 Distrito Federal ocupa o primeiro lugar no ranking.

de 11 de julho de 1951[14], está ligada ao Ministério da Educação (MEC). A segunda, criada em 1951 pela Lei Nº 1310/51[15], está vinculada ao MCTI. Portanto, ambas recebem verba federal. Atualmente, o CNPq oferece sete programas e a CAPES 10.

Buscando pelo termo "Inteligência Artificial", foram encontrados 1.980 projetos financiados pela CAPES entre 2004 e 2008, 2.707 entre 2009 e 2012, 379 em 2013, 425 em 2014, 396 em 2015, 414 em 2016, 444 em 2017, e 497 em 2018. Os números caem significativamente quando se trata de "Aprendizagem de Máquina". De 2004 a 2008, foram financiados 104 projetos, de 2009 a 2012 foram 169, em 2013 foram 51, em 2014 foram 67, em 2015 foram 68, em 2016 foram 71, em 2017 foram 82, e em 2018 foram 105. A partir disso, é possível afirmar que, aproximadamente, 0, 36% dos projetos financiados até 2018 pela CAPES são sobre IA.

Através do mesmo modo de busca, foram encontrados 182 relatórios de pesquisa apoiados pelo CNPq, sendo que o primeiro deles teve início em 2008[16] e o último será encerrado em 2021[17]. Buscando por "Aprendizagem de Máquina", foi possível encontrar somente 42 projetos, sendo o primeiro iniciado em 2009[18] e os três últimos finalizados em 2020[19].

Com o intuito de estimular ainda mais "atividades de desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora", o Conselho lançou a Chamada CNPq Nº 02/2020 - Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora - DT[20]. Por meio desta, pretende investir R$ 12.700.000,00 em projetos que estejam alinhados às áreas priorizadas pelo MCTI. As Áreas Tecnológicas contempladas pelo edital serão[21]: (a) Tecnologias Médicas e da Saúde; (b) Tecnologias Agrárias; (c) Biotecnologia; (d) Meio Ambiente e Sustentabilidade; (e) Tecnologias Sociais e Educacionais; (f) Tecnologias Digitais; (g) Tecnologias de Materiais; (h) Tecnologias de Produção Industrial e de Serviços; (i) Energia. Além disso, os critérios de análise e julgamento serão[22]: (i) Produção tecnológica e de inovação; (ii) Transferência de tecnologia para o setor privado ou para o setor público; (iii) Participação em projeto de natureza tecnológica ou de inovação; (iv) Formação de

14 Informação obtida no Portal da Câmara dos Deputados.

15 (BRASIL, 1951)

16 O projeto recebeu o nome de "Integrando técnicas de mineração de dados e texto em groupware" e foi coordenado por Altigran Soares da Silva.

17 O projeto recebeu o nome de "Tecnologias Computacionais Aplicadas à Problemas Operacionais de Ferrovias" e é coordenado por Sergio Ivan Viademonte da Rosa.

18 O projeto recebeu o nome de "HERMES: Aprendizado e Povoamento de Ontologias a partir de Fontes Textuais" e foi coordenado por María del Rosario Girardi Gutiérrez.

19 Um dos projetos foi nomeado "Desenvolvimento e Análise de Algoritmos de Processamento Adaptativo e Distribuído de Sinais" e é coordenado por Diego Barreto Haddad. Outro chama-se "Redes neurais quânticas: modelos, algoritmos de aprendizado e seleção de arquitetura" e é coordenado por Adenilton José da Silva. O último é a "Organização do 33o Simpósio Internacional do IEEE sobre Processamento Paralelo e Distribuído (IPDPS 2019)", e é coordenado por Eugene Francis Vinod Rebello.

20 A chamada foi encontrada no link: http://www.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas?p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_0ZaM&idDivulgacao=9582&filtro=abertas&detalha=chamadaDetalhada&id=58-106-6800

21 Vide páginas 1 e 2 do documento.

22 Vide página 6 do documento.

recursos humanos e atividades correlatas; (v) Projeto com foco no desenvolvimento científico-tecnológico.

Criada formalmente pela Lei Orgânica 5.918, de 18 de outubro de 1960, a FAPESP começa a funcionar efetivamente a partir do Decreto 40.139, de 23 de maio de 1962[23]. Como instituição pública cujo objetivo é o fomento de pesquisa no estado de São Paulo, recebe mensalmente 1% do total da receita tributária do Estado[24]. Com este valor, oferece diversas linhas de fomento[25], concretizando-se como uma das principais fontes para P&D em São Paulo.

Por meio de "Inteligência Artificial", foram encontrados 453 auxílios à pesquisa concluídos, 66 auxílios à pesquisa em andamento, 556 bolsas no país concluídas, 72 bolsas no país em andamento, 51 bolsas no exterior concluídas e 6 bolsas no exterior em andamento. A partir da busca por "Aprendizagem de Máquina", foram encontrados 44 auxílios à pesquisa concluídos, 12 auxílios à pesquisa em andamento, 84 bolsas no país concluídas, 24 bolsas no país em andamento, 24 bolsas no exterior concluídas e 3 bolsas no exterior em andamento. Esses valores correspondem a 0,57% do total de auxílios à pesquisa, 0,54% do total de bolsas no país, e 0,60% do total de bolsas no exterior.

Por fim, sendo a principal universidade brasileira produtora de publicações em IA (OCDE, 2021), a Universidade de São Paulo também financia pesquisa com recursos próprios. Dentre as oito linhas de fomento disponibilizadas, o Programa Unificado de Bolsas (PUB)[26] auxilia o desenvolvimento de pesquisa durante a graduação em todas as faculdades da USP. Entre 2015 e 2017 não foram encontradas bolsas ligadas à "Inteligência Artificial" ou "Aprendizagem de Máquina". Por meio da busca por "Inteligência Artificial", foram encontrados quatro projetos no ano de 2018, sete em 2019, e cinco em 2020. Já a partir de "Aprendizagem de Máquina", foram encontrados apenas dois projetos, ambos iniciados em 2018. Desta forma, as bolsas sobre IA e Aprendizagem de Máquina somam cerca de 0,12% do total de bolsas concedidas pelo PUB.

23Informações obtidas no link: http://www.fapesp.br/28#:~:text=A%20Funda%C3%A7%C3%A3o%20de%20Amparo%20%C3%A0,23%20de%20maio%20de%201962

24 O valor de 1% foi determinado pela Constituição de 1989. Até então, a FAPESP recebia 0,5% do total da receita tributária do Estado. É importante notar também que, além do valor mensal, logo no início de seu funcionamento a instituição recebeu US$ 2,7 milhões do Governo Estadual para que pudesse formar um patrimônio rentável.

25 Durante as buscas pelo site da FAPESP, foram encontradas 33 linhas de fomento.

26 Os números foram coletados na plataforma Jupiterweb da USP dia 28/07/2020.

Instituição	Tipo de Fomento	Inteligência Artificial	Aprendizagem de Máquina	Porcentagem do total global*
CAPES	Financiamento de projeto	7.242	717	0,36%
CNPq	Apoio à pesquisa	182	42	-**
FAPESP	Auxílio à pesquisa	519	56	0,57%
	Bolsa no país	628	108	0,54%
	Bolsa no exterior	57	24	0,60%
USP	PUB	16	2	0,12%

Quadro 1 - Comparação entre os incentivos concedidos pelas instituições

Fonte: Elaboração própria.

*As porcentagens são resultado da comparação entre a soma do número de bolsas e projetos concedidos por instituição para “Inteligência Artificial” e “Aprendizagem de Máquina” e o total de bolsas e projetos financiados pela instituição de acordo com a linha de fomento, a saber: 2.195.338 pela CAPES, 100.996, 137.141 e 13.376 pela FAPESP, e 15.491 pela USP.

**Não foi possível encontrar o total global de pesquisas apoiadas pelo CNPq no decorrer dos anos.

PROGRAMAS VOLTADOS AO DESENVOLVIMENTO DE MICRO, PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

Para além das bolsas de pesquisa, a FAPESP possui programas para estímulo ao crescimento empresarial. O programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE) tem como objetivo o apoio à execução de pesquisa científica e/ou tecnológica e é destinado a micro, pequenas e médias empresas que tenham suas sedes e administrações localizadas no estado de São Paulo. Deste modo, espera-se incentivar o desenvolvimento de pequenas empresas e aumentar a competitividade, além de estimular a inovação no Brasil.

O programa é dividido em três fases, sendo o valor máximo de financiamento da primeira R$ 200.000,00 e o da segunda R$ 1.000.000,00. Na terceira e última fase, a empresa deve buscar financiamento junto ao mercado ou demais agências. Uma possível alternativa são os editais abertos pela FAPESP em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), específicos para esta etapa. De todo modo, o dinheiro de incentivo à pesquisa oferecido pela FAPESP é uma subvenção, ou seja, um auxílio que não necessita ser reembolsado.

Uma vez que o PIPE é um programa que visa investir somente em pesquisas e desenvolvimento de um produto, processo ou serviço inovador, caso o produto já esteja

pronto e necessite de apoio para ser comercializado, uma alternativa é o PAPPE-PIPE. Fruto de uma parceria entre FAPESP e Finep, o programa consiste na implementação do PAPPE com algumas alterações. Iniciativa do MCTI, o PAPPE é realizado pela Finep em parceria com as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs) estaduais. Seu objetivo é financiar a realização de “Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de produtos e processos inovadores empreendidos por pesquisadores que atuem diretamente ou em cooperação com empresas de base tecnológica.” Assim, também tem como alvo as micro, pequenas e médias empresas. O programa prevê uma subvenção de até R$ 30.000.000,00 por edital. Deste montante, ao menos 40% são destinados às empresas com faturamento de até R$ 4.800.000,00, sendo que cada uma pode solicitar até R$ 1.500.000,00.

FINEP E FNDCT

Vinculada ao MCTI, a Finep também disponibiliza linhas de crédito subsidiados, subvenção, investimento e financiamentos não-reembolsáveis, que podem ser concedidos a empresas, universidades, institutos tecnológicos e instituições públicas ou privadas, desde que tenham como objetivo a inovação. De 1967 a 2017, a instituição financiou cerca de 30 mil projetos inovadores em todo o Brasil, qualificando-os em dez categorias: Agro, Defesa, Energia, Indústria, Infraestrutura, Mobilidade, Saúde, Tecnologia Social, Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e Telecom[27]. No estado de São Paulo, já foram desenvolvidos 109 projetos inovadores, somando um investimento de R$ 899.564.503,74[28], aproximadamente.

Conforme determinado pelo Decreto nº 68.748, de 15 de junho de 1971, e ratificado pela Lei nº 11.540, de 12 de novembro de 2007[29], a Finep exerce função de Secretária-Executiva do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), de modo que os recursos do mesmo são geridos tanto pela Finep quanto pelo CNPq, visando o financiamento da CT&I no Brasil.

Através do Financiamento não reembolsável aplicado em ICTs e bolsas de estudo, o FNDCT investiu cerca de R$ 3.274.813.641,96[30] em projetos ao longo dos anos. Em relação às bolsas de estudo concedidas através do CNPq, foi investido um total aproximado de R$ 1.200.260.000,00[31]. É importante frisar que, segundo o relatório de 2019, os recursos do fundo foram aplicados de acordo com as prioridades estabelecidas pela Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação (ENCTI).

---

27 Informações retiradas do Mapa da Inovação da Finep, link: http://mapainovacao.finep.gov.br/mapainovacao/

28 O valor obtido é resultado da soma de valores informados pelo Mapa da Inovação em São Paulo da Finep e desconsidera os valores equivalentes aos Prêmios Finep oferecidos a alguns projetos.

29 Informações retiradas do link: http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct/fndct

30 Sendo R$ 461.662 milhões em 2019, R$ 703,6 milhões em 2018, R$ 440.631.641,96 em 2017, R$ 501,4 milhões em 2016, R$ 505,52 milhões em 2015, e R$ 662 milhões em 2014.

31 Sendo R$ 30 milhões em 2019, R$ 31,3 milhões em 2018, R$ 27,5 milhões em 2017, R$ 1.038,96 milhões em 2015, e R$ 72,5 milhões em 2014. Não foi possível encontrar o valor despendido em 2016.

Entre 2014 e 2019, o FNDCT concedeu um total aproximado de R$ 829.850.000,00[32] para Financiamento não reembolsável para empresas (subvenção econômica). Como contrapartida, o setor privado aportou cerca de R$ 977.150.000,00[33]. Quanto ao porte das empresas executoras, verificou-se entre 2016 e 2019[34] uma maior frequência de projetos realizados por empresas de pequeno porte, pequenas e médias. Em 2018, também foram encerradas 14 operações dos programas PAPPE e TECNOVA, para os quais foram desembolsados pela Finep R$ 91,8 milhões, com uma contrapartida de R$ 52,3 milhões.

A modalidade Financiamento reembolsável recebeu um aporte do FNDCT de, aproximadamente, R$ 16.446.400.000,00[35] entre 2014 e 2019. Como contrapartida, o setor privado investiu cerca de R$ 4.267.500.000,00[36]. Pode-se observar uma maior frequência na realização de projetos por empresas médias, médias-grandes e grandes.

Por fim, quanto à modalidade Operações de investimento, nenhum Fundo de Investimento em Participação (FIP) foi encerrado entre 2017 e 2019. Três foram encerrados em 2014, quatro em 2015, e dois em 2016. Além disso, entre 2016 e 2019 não houve aplicação de recursos no Instrumento de Garantia de Liquidez, diferentemente dos anos 2014 e 2015, nos quais sete fundos possuíam aplicações. A carteira da Finep possuía 27 fundos em operação em 2014, e 29 no ano de 2015. Em 2014, também foi aberta a 15ª Chamada Inovar Fundos, cujo objetivo era a seleção de fundos de Venture Capital e Private Equity, com patrimônio acima de R$ 100 milhões. Dentre os investimentos em fundos em 2017, a empresa Aquarela, de Big Data, recebeu aporte do Fundo Aeroespacial. Já em 2019, três empresas apresentaram produtos de IA: Autaza, DataBot Software Intelligence e Fullface.

BNDES

Fundado em 1952, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) é, atualmente, o principal instrumento federal para investimentos a longo prazo, tendo como um de seus maiores objetivos o apoio a micro, pequenas e médias empresas brasileiras. Para tal, oferece produtos, programas e fundos de estímulo a *startups*[37], empresas inovadoras[38] e parcerias entre universidades e empresas[39]. Desde 2011, o BNDES integra o Plano Inova Empresa junto à Finep e demais órgãos públicos. A partir

32 Sendo R$ 77,41 milhões em 2019, R$ 75,1 milhões em 2018, R$ 132,8 milhões em 2017, R$ 65,7 milhões em 2016, R$ 217,4 milhões em 2015, e R$ 261,44 milhões em 2014.

33 Sendo R$ 64,72 milhões em 2019, R$ 292 milhões em 2018, R$ 102,7 milhões em 2017, R$ 102,7 milhões em 2016, R$ 254,1 milhões em 2015, e R$ 160,93 milhões em 2014.

34 Os relatórios de 2014 e 2015 não expuseram este tipo de informação.

35 Os valores contratados foram: R$ 2,373 bilhões em 2019, R$ 4,148 bilhões em 2018, R$ 3,83 bilhões em 2017, R$ 1.258,40 milhões em 2016, R$ 3,03 bilhões em 2015, e R$ 1.807 milhões em 2014.

36 Sendo R$ 929 milhões em 2019, R$ 1,005 bilhões em 2018, R$ 1,07 bilhões em 2017, R$ 274,5 milhões em 2016, R$ 658 milhões em 2015, R$ 331 milhões em 2014.

37 Como o BNDES Garagem.

38 Por meio de compra de ações e fundos como o Criatec e o Fip Anjo.

39 Como o Fundo Tecnológico (Funtec).

deste, são elaborados Planos Conjuntos por meio dos quais são abertas chamadas públicas para inscrição de projetos inovadores nos mais diversos campos econômicos do Brasil.

Entre 2002 e julho de 2020, o BNDES atendeu 6.226 clientes, que contrataram cerca de R$ 894.179.886,00. Apenas no estado de São Paulo, foram 944 clientes e R$ 151.242.988,00 contratados, o que representa cerca de 15,2% do total de clientes do Brasil e 16,9% do valor total contratado. Em relação a investimento específico para inovação, no mesmo intervalo de tempo, o banco atendeu 673 clientes, que contrataram R$ 34.435.723,00. Apenas no estado de São Paulo foram 206 clientes, que contrataram R$ 10.835.223,00, o que representa 30,6% do total de clientes e 31,5% do valor total contratado.

MCTI

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) tem realizado diversos movimentos em prol do desenvolvimento de CT&I ao redor do Brasil. Um dos principais passos é a elaboração de uma Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial, que está em andamento. Segundo anunciado pelo ministério, os eixos verticais desta são: (a) Qualificações por um futuro digital; (b) Força de trabalho; (c) Pesquisa, desenvolvimento, inovação e empreendedorismo, (d) Aplicação pelo governo; (e) Aplicação nos setores produtivos; (f) Segurança pública. Os eixos transversais são: (a) Legislação, regulação e uso ético; (b) Aspectos internacionais; (c) Governança de IA. Além disso, entre 12 de dezembro de 2019 e 31 de janeiro de 2020, foi realizada uma consulta pública aberta a todas pessoas e organizações que desejassem opinar sobre o processo.

Apesar de ainda não existir uma estratégia brasileira específica para IA, já foi apresentada a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022. O ProFuturo, por exemplo, é um dos planos de ação desta e tem como prioridade tanto tecnologias, recursos humanos, cadeias produtivas, infraestrutura e regulação, quanto a aplicação destes pela tripla hélice, relação que poderia ser adotada também no âmbito da IA.

Quanto aos programas de incentivo ao desenvolvimento de inovação, o MCTI e a Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (Softex) lançaram em fevereiro de 2020 o Programa de Inovação Aberta e Inteligência Artificial – IA² MCTI, que visa empregar R$ 10 milhões em projetos de P&D em Inteligência Artificial nas áreas de Agronegócio, Cidades, Indústria e Saúde. Os recursos são oriundos da Lei de Informática e as empresas escolhidas deverão apresentar contrapartidas[40]. Outra ação importante do MCTI foi a realização de uma parceria com a FAPESP e o Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) a fim de criar oito Centros de Pesquisas Aplicadas (CPA) em Inteligência Artificial, sendo quatro no estado de São Paulo. Os centros devem tratar de pesquisa

40 (ASCOM, 2020)

avançada em IA aplicada nas áreas de Saúde, Agricultura, Indústria e Cidades Inteligentes. A primeira chamada[41] prevê a criação de quatro centros (dois em São Paulo e dois em outros estados) com uma duração de cinco anos, podendo ser prorrogada para até 10 anos. A FAPESP está oferecendo um aporte máximo anual de R$ 1 milhão por centro de pesquisa, sendo que as empresas parceiras devem oferecer ao menos um valor igual ao da fundação[42].

Ainda em 2020, o MCTI, junto ao FNDCT e à Finep, lançou um edital de Subvenção Econômica à Inovação com foco na Indústria 4.0[43]. Os R$ 50 milhões aportados pelo FNDCT serão alocados da seguinte maneira: R$ 15 milhões na área de Agro 4.0, R$ 5 milhões em Cidades Inteligentes, R$ 15 milhões em Indústria 4.0, e R$ 15 milhões em Saúde 4.0.[44] A depender do porte da empresa requisitante, é estipulado um valor possível para aquisição via subvenção econômica, sendo R$ 750 mil o valor máximo para microempresa e R$ 5 milhões para média-grande e grande empresa[45]. A contrapartida exigida varia também com o tamanho da empresa (de 5% a 100% do valor acordado)[46].

O programa Conecta Startup Brasil tem como objetivo incentivar o desenvolvimento de inovação empresarial. Para tal, abre editais específicos tanto para empresas quanto para startups em estágio de ideação e equipes empreendedoras. Das empresas com mais experiência, espera-se que auxiliem as ainda iniciantes. Em 2019, o MCTIC e o CNPq aportam um total de R$ 5.250.000,00 destinados às propostas de empresas, e a ABDI e a Softex custearam a gestão e as operações do programa[47]. O mesmo valor foi oferecido às equipes empreendedoras e startups[48].

EMBRAPII

Criada em 2013, a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) nasceu como uma organização social vinculada ao MCTI e MEC e é reconhecida por sua agilidade e flexibilidade. Como explicado por Limoeiro e Schneider em Inovando no Brasil (2020, p. 32), possui poucos funcionários próprios, contando com diversos consultores externos, característica que permite a proteção das decisões de interesses políticos. Dentre os consultores, estão membros da academia, setor privado e público.

Inspirado no modelo de investimento dos Institutos Fraunhofer, o financiamento dos projetos é dividido entre governo, empresas e ICTs (a Embrapii entra com um aporte máximo

---

41 Aberta até 20/07/2020.

42 Informações retiradas do link: http://www.fapesp.br/13896

43 EDITAL de SELEÇÃO PÚBLICA MCTI/FINEP/FNDCT - Subvenção Econômica à Inovação – 04/2020 - Tecnologias 4.0. Link: http://www.finep.gov.br/chamadas-publicas/chamadapublica/643

44 Vide página 9 do documento.

45 Vide página 13 do documento.

46 Vide página 14 do relatório.

47 Vide página 20 da Chamada Pública para Empresas Conecta Startup Brasil 037/2019.

48 Vide página 19 da Chamada Pública para Seleção de Equipes Empreendedoras e Startups em Estágio de Ideação Conecta Startup Brasil 039/2019.

de 33% do valor global). Diferentemente de outros programas de financiamento, a empresa destina grande parte de seu apoio para contratação de recursos humanos e salários de técnicos contratados via CLT[49]. Uma vez credenciados, os institutos ou laboratórios públicos, universitários ou privados recebem um investimento de US$ 10 milhões a US$ 15 milhões, depositados antecipadamente para que sejam rapidamente acessados. Para se tornar uma Unidade Embrapii (UE), as organizações de pesquisa devem apresentar um plano de negócios minucioso e com metas para um período de seis anos, além de demonstrarem experiência prévia e capacidade de captação de recursos industriais.

Além das unidades, a Embrapii e o MEC têm criado os *hubs* para os Institutos Tecnológicos Federais. Ao todo, são 42 unidades e *hubs* ao redor do país, sendo 10 no estado de São Paulo, que estão nas seguintes localizações: Tecnogreen, CNPEM, CPqD, Eldorado, ESALQ, CQMED, IPT, IPT-BIO, POLI-USP, IFSC-USP. Além disso, entre 2015 e 2018, foram contratados 655 projetos ao todo, sendo 269 apenas em 2018[50].

CONCLUSÕES

Os dados analisados demonstram algumas iniciativas brasileiras, em âmbitos público e privado, para o desenvolvimento de IA no Brasil e, mais especificamente, no estado de São Paulo. A partir deles, é possível afirmar o potencial antes previsto de um crescimento econômico que vise a diminuição das desigualdades e a inserção do país como um dos principais *players* do mercado internacional. No entanto, é preciso tomar medidas que sejam rápidas e precisas, favorecendo parcerias entre empresa-Estado-universidade, tornando o mercado interno mais competitivo, facilitando o estabelecimento e crescimento de novas empresas por meio do oferecimento de condições equitativas, e aumentando os investimentos em IA[51]. O Estado deve exercer um papel de regulador, financiador e executor de estratégias[52].

Na contramão destas recomendações, em 2019 o Governo Federal contingenciou cerca de 42% ou R$ 2,1 bilhões do orçamento do MCTI[53]. Além disso, nos últimos anos, o ministério tem sido responsável por uma parcela correspondente a apenas 15% do valor total investido em P&D. Outro fator importante a se considerar são seus curtos mandatos, que impedem a construção de estratégias a longo prazo, imprescindíveis para inovação[54].

Quanto ao desenvolvimento da Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial, é importante enfatizar que tal movimento é tardio, ainda que importante. Como apontado anteriormente, mais de 30 nações já divulgaram suas estratégias e valores de investimento. Ademais, como defende Carlos Pacheco em Inovando no Brasil (2020, p. 142), a Estratégia

49 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)
50 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)
51 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)
52 (ARBIX, 2019, *forthcoming*)
53 (ASCOM, 2019)
54 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)

Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação não indica rumos objetivos, recursos ou agenda de reformas institucionais. O autor apresenta como alternativa uma proposta da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI): a criação de uma Câmara de Inovação (Camin), que centralize as iniciativas de implementação, coordenação e avaliação de políticas e atividades inovadoras.

No campo educacional, a presença de pesquisas e concessão de bolsas específicas nas áreas ligadas à IA ainda são mínimas, tanto em nível federal quanto no estado de São Paulo. A educação específica é um dos pontos centrais para a viabilização de um desenvolvimento federal pleno, marcado por um mercado competitivo nacional e internacionalmente. Caso não haja um amplo investimento público nessa área, o conhecimento ficará restrito a uma pequena parcela da população, contribuindo para o agravamento das desigualdades sociais, expressas a curto prazo na ocupação dos novos postos de trabalho e, a médio-longo, nas substituições de postos básicos e obsoletos por máquinas. É também interessante que os cursos de humanidades abram espaço para disciplinas voltadas à IA, formando profissionais capazes de analisar o contexto contemporâneo e auxiliar na formulação de políticas públicas mais assertivas e que visem o bem-estar social. Iniciativas como a Chamada CNPq Nº 02/2020 - Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora - DT são importantes, mas seriam mais proveitosas e ambiciosas quando ampliadas para pesquisa em Ciências Humanas.

Por fim, as experiências da Finep, FNDCT, MCTI e Embrapii demonstram que o setor privado está disposto a bancar riscos caso tenha como parceiros órgãos públicos, por vezes investindo maiores quantias do que as aportadas pelas instituições. A modalidade de subvenção econômica tem se apresentado como poderoso instrumento para incentivo ao desenvolvimento de IA tanto em empresas iniciantes, quanto nas grandes.

REFERÊNCIAS

ARBIX, Glauco. “O Novo Ciclo Tecnológico, a Inteligência Artificial e o Brasil”. In Fiore, M. & Dolhnikoff, M. (ed). Mosaico de olhares: pesquisa e futuro no cinquentenário do Cebrap. São Paulo: Ed. SESC. Forthcoming.

ARBIX, Glauco. A transparência no centro da construção de uma IA ética. **Novos Estudos**, São Paulo, v.39, n.02, pp. 395-413, Mai.-Ago. 2020. Disponível em: <http://novosestudos.com.br/wp-content/uploads/2020/10/08_arbix_117_p394a413_baixa-1.pdf>. Acesso em: 17 fev.2021.

ASCOM. “Edital IA² MCTIC vai investir R$ 10 milhões em soluções de Inteligência Artificial”. **Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações, Sala de Imprensa**, 05 de fevereiro de 2020. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2020/02/Edital_IA_MCTIC_vai_investir_R_10_milhoes_em_solucoes_de_Inteligencia_Artificial.html?searchRef=intelig%C3%AAncia%20artificial&tipoBusca=expressaoExata>. Acesso em: 22 ago.2020.

ASCOM. “Ministro defende recuperação do orçamento para ciência e tecnologia”. **Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações, Sala de Imprensa**, 24 de abril de 2019. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2019/04/Ministro_defende_recuperacao_do_orcamento_para_ciencia_e_tecnologia.html?searchRef=intelig%C3%AAncia%20artificial&tipoBusca=expressaoExata>. Acesso em: 22 ago.2020.

BIBLIOTECA VIRTUAL DA FAPESP. **Sistemas baseados em conhecimentos: metodologias para desenvolvimento e aplicações**, [s.d.]. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/4874/sistemas-baseados-em-conhecimentos-metodologias-para-desenvolvimento-e-aplicacoes/>. Acesso em: 22 ago.2020.

BIBLIOTECA VIRTUAL DA FAPESP. **Fundamentos lógico-operatórios da programação com variáveis e recursões em logo**, [s.d.]. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/bolsas/84910/fundamentos-logico-operatorios-da-programacao-com-variaveis-e-recursoes-em-logo/>. Acesso em: 22 ago.2020.

BNDES. **Canal MPME**, [s.d.]. Disponível em: <https://ws.bndes.gov.br/canal-mpme/#/credito/finalidades>. Acesso em: 22 ago.2020.

BRASIL. Lei Nº 1.310, de 15 de janeiro de 1951. Brasília, DF, janeiro 1951. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l1310.htm>. Acesso em: 22 ago.2020.

CNPQ: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **CHAMADA CNPq Nº 02/2020 - Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora - DT**, [s.d.]. Disponível em: <http://www.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas?p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_0ZaM&idDivulgacao=9582&filtro=abertas&detalha=chamadaDetalhada&id=58-106-6800>. Acesso em: 22 ago.2020.

CRIAÇÃO e Estruturação da FAPESP. **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.fapesp.br/28#:~:text=A%20Funda%C3%A7%C3%A3o%20de%20Amparo%20%C3%A0,23%20de%20maio%20de%201962>. Acesso em: 21 ago.2020.

DUTTON, Tim. “An Overview of National AI Strategies”. **Politics + AI, Medium**, 28 de jun de 2018. Disponível em: <https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd>. Acesso em: 22 ago.2020.

EUR-LEX. **Official Journal of the European Union**, [s.d]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>. Acesso em: 22 ago.2020.

FUNDAÇÃO de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. **CHAMADA de Propostas FAPESP – MCTIC - CGI.BR para Centros de Pesquisas Aplicadas em Inteligência Artificial**, [s.d.]. Disponível em: <http://www.fapesp.br/13896>. Acesso em: 22 ago.2020.

FINEP. **Mapa da Inovação**, [s.d.]. Disponível em: <http://mapainovacao.finep.gov.br/mapainovacao/>. Acesso em: 22 ago.2020.

FINEP. **O FNDCT**, [s.d.]. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct/fndct>. Acesso em: 22 ago.2020.

FINEP; FNDCT; MCTIC. EDITAL de SELEÇÃO PÚBLICA MCTI/FINEP/FNDCT - Subvenção Econômica à Inovação – 04/2020 - Tecnologias 4.0. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/chamadas-publicas/chamadapublica/643>. Acesso em: 22 ago.2020.

IBGE. **São Paulo, Panorama**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/panorama>. Acesso em: 22 ago.2020.

LUPTON, Deborah. **Digital Sociology**. New York: Routledge, 2015.

LGPDBRASIL.COM.BR. **O que muda com a nova Lei de Dados Pessoais?**, [s.d]. Disponível em: <https://www.lgpdbrasil.com.br/o-que-muda-com-a-lei/>. Acesso em: 22 ago.2020.

OCDE. **Selected Indicators for Brazil**. Disponível em: <https://data.oecd.org/brazil.htm>. Acesso em: 10 fev.2021.

OCDE. **AI research by institution**. Disponível em: <https://oecd.ai/data-from-partners?selectedTab=AIResearch&selectedAIResearchTab=tab14>. Acesso em: 14 fev.2021.

OXFAM BRASIL. (2018), "País Estagnado: Um Retrato das Desigualdades Brasileiras 2018." Disponível em: <https://www.oxfam.org.br/um-retrato-das-desigualdades-brasileiras/pais-estagnado/>. Acesso em: 12 jun.2020.

PORTAL DA CÂMARA DOS DEPUTADOS. Decreto Nº 29.741, de 11 de julho de 1951. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1950-1959/decreto-29741-11-julho-1951-336144-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 22 ago.2020.

REYNOLDS, Elisabeth B.; SCHNEIDER, Ben Ross; ZYLBERBERG, Ezequiel. **Inovando no Brasil**. Tradução: Daniel Vieira. São Paulo: Atlas, 2020.

TONIDANDEL, Flavio (Org.). **Memorial SBIA: Edição comemorativa ano 2010**.

CAPÍTULO 7

CONVERSÃO DE ENERGIA EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA

Data de aceite: 28/04/2021

Antônia Daiara de Almeida Melquíades
Departamento de Engenharias e Tecnologia
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Pau dos Ferros - RN – Brasil

Cecilio Martins de Sousa Neto
Departamento de Engenharias e Tecnologia
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Pau dos Ferros - RN – Brasil

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo analisar o processo de conversão de energia em sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica e sua relevância para a micro e minigeração distribuída. Os conceitos utilizados abordam temas como geração de energia e os tipos de esquemas mais empregados, com ênfase para os sistemas fotovoltaicos. Os dados são extraídos por intermédio de gráficos de um sistema fotovoltaico monofásico conectado à rede elétrica, projetado e simulado em ambiente Software for Power Eletronics Simulation - PSIM. Os resultados do estudo propõem uma alternativa para a geração de energia elétrica limpa e renovável através do uso do recurso solar, visando uma possível redução do uso das hidrelétricas, o que pode permitir uma minimização dos impactos ambientais e sociais acarretados pelo uso desse tipo de sistema.
PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Fotovoltaicos, Conversão de Energia, Eletrônica de Potência.

ABSTRACT: This work aims to analyze the process of energy conversion in photovoltaic systems connected to the grid and its relevance to the micro and distributed minigeration. The concepts used address issues such as power generation and the types of schemes most used, with emphasis on photovoltaic systems. The data are extracted by means of graphs of a monophasic photovoltaic system connected to the grid, designed and simulated in environment (Software for Power Electronics Simulation - PSIM). The results of the study propose an alternative for the generation of clean and renewable electricity through the use of the solar resource, aiming at a possible reduction of the use of hydroelectric plants, which may allow a minimization of the environmental and social impacts caused by the use of this type of system.
KEYWORDS: Photovoltaic Systems, Energy Conversion, Power Electronics.

1 | INTRODUÇÃO

A matriz energética brasileira é bastante diversificada, sendo composta principalmente por fontes hidráulicas, gás natural, eólica, solar, biomassa, combustíveis fósseis, energia nuclear, carvão e seus derivados. O Brasil dispõe de uma matriz energética de origem predominantemente renovável, com destaque para as fontes hídricas, eólicas e solar fotovoltaica que correspondem a cerca de 72,13\% da oferta interna. Nos últimos anos, os sistemas de geração baseados em fontes renováveis, tornaram-se mais populares devido ao aumento da demanda e a escassez

das reservas energéticas. Essa notável contribuição se deve a inclusão dos sistemas de minigeração e microgeração distribuídos, que consistem na produção de energia elétrica a partir de pequenas centrais que utilizam como base fontes renováveis [5].

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, em 2017 os sistemas de geração distribuída apresentaram um aumento de 245\% de contribuição na matriz energética brasileira, sendo 46,2\% da energia gerada oriunda de usinas fotovoltaicas. Em geral, os sistemas fotovoltaicos em micro ou minigeração distribuída operam conectados à rede elétrica, concessionária de energia local, por meio de um conversor de potência. Em geral, os sistemas fotovoltaicos em micro ou minigeração distribuída operam conectados à rede elétrica, concessionária de energia local, por meio de um conversor de potência [4].

Para realizar a conexão desses sistemas à rede elétrica é necessário seguir os critérios estabelecidos pela norma 1547 do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* IEEE [2]. Os padrões estabelecidos pela norma dizem respeito às características de sincronismo, ilhamento e taxa de distorção harmônica. No Brasil, a conexão de sistemas fotovoltaicos à rede elétrica é normalizada pela ANEEL, cujos procedimentos e índices são estabelecidos pelo documento: Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST [1].

Com base nesse cenário, os sistemas fotovoltaicos surgem como uma alternativa eficaz na continuidade e manutenção do sistema elétrico brasileiro e, consequentemente, no desenvolvimento econômico do país. Além disso, o acesso à energia elétrica oriunda de sistemas fotovoltaicos possibilita o incremento da qualidade de vida e contribui na redução de impactos socioambientais, do efeito estufa e do aquecimento global. Desta forma, o objetivo deste trabalho é analisar o processo de conversão de energia solar fotovoltaica em energia elétrica por meio de simulações afim de analisar os fatores associados a esse processo.

2 | DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Na Figura 1 é apresentado o diagrama de blocos simplificado do sistema fotovoltaico monofásico utilizado neste trabalho. De acordo com o diagrama, o sistema analisado é composto por: o arranjo fotovoltaico, um conversor do tipo boost, um inversor, um filtro LCL e o MPPT.

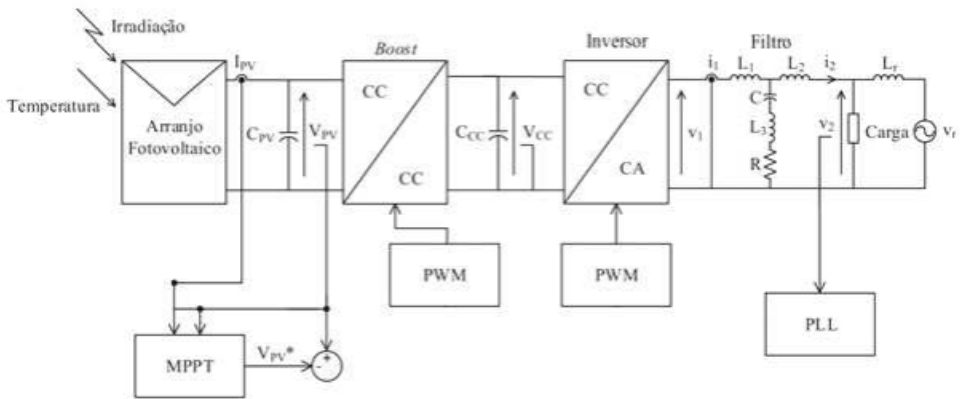



Figura 1: Sistema Fotovoltaico simulado em ambiente PSIM.

2.1 Arranjo Fotovoltaico

O arranjo fotovoltaico simulado é constituído pela associação em série de dois módulos solares, totalizando uma potência total de 1kWp.

2.2 Conversor *Boost*

O conversor Boost, também denominado de elevador de tensão, é responsável pelo primeiro estágio de conversão (CC/CC), ou seja, é utilizado para elevar a tensão de saída do painel fotovoltaico. Além disso, neste mesmo conversor é implementado o MPPT [7].

2.3 Inversor

O inversor fonte de tensão (ou do inglês, *Voltage Source Inverter* - VSI) é um conversor utilizado para conseguir um sinal AC (onda quadrada) com características ajustáveis para valores máximos a partir de uma fonte constante [7].

2.4 Filtro LCL

O filtro de conexão é utilizado para suavizar os harmônicos de ordem elevada introduzidos pelo inversor de tensão nas correntes de saída. O filtro LCL é o mais indicado, pois os indutores utilizados possuem valores de indutância bem menores se comparado aos filtros L e LC [6].

2.5 MPPT

Dispositivo responsável por monitorar as modificações nos parâmetros de tensão e corrente para que atue de forma a corrigi-los para que possam manter os módulos fotovoltaicos operando nos parâmetros correspondentes aos valores de máxima potência, evitando perdas nas células [3, 9].

3 I RESULTADOS OBTIDOS

Resultados de simulação são bastante importantes para verificar o comportamento do sistema e para servir como base para implementações experimentais. Com base nisso, foi desenvolvido um estudo de simulação de um sistema fotovoltaico monofásico conectado à rede elétrica por meio de conversores de potência. Na Figura 2 são apresentados os sinais de corrente, tensão e de potência gerada pelo sistema fotovoltaico. De acordo com a Figura 2(a), para uma irradiância constante de 1000 W/, temos que a tensão gerada pelo sistema fotovoltaico é de aproximadamente 139,1V, em corrente continua. Por outro lado, a corrente do sistema para essas condições é de aproximadamente 7,2 A, também em corrente continua. Com base nisso, baseando-se na Figura 2(b), a potência do sistema fotovoltaico para as condições acima citadas é de aproximadamente 1kW.

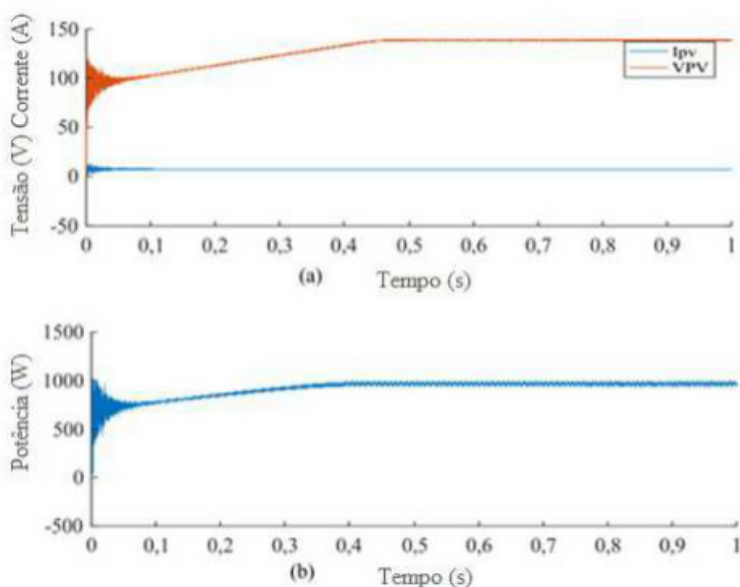



Figura 2: Valores Gerados Pelo Arranjo Fotovoltaico.

O sistema de conversão de energia fotovoltaica utilizado neste trabalho é de dois estágios (CC-CC e CC-CA). O primeiro estágio de conversão utiliza um conversor *Boost* para realizar a conversão CC-CC e a implementação do MPPT. Na Figura 3 são apresentadas a tensão de entrada e de saída do conversor *Boost*. De acordo com a Figura 3, a tensão de entrada do conversor *Boost*/Tensão de saída do sistema fotovoltaico, é de aproximadamente 139,1 V. O sistema de controle do *Boost* foi projetado para que a tensão de saída fosse controlada em 450 V.

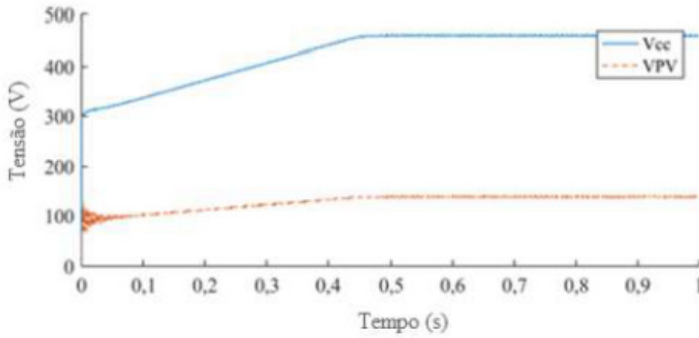



Figura 3: Tensões de Entrada e Saída Referentes ao Primeiro Estágio de Conversão.

O segundo estágio de conversão (CC/CA), é realizado por meio de um VSI, ou seja, a tensão média de saída do VSI apresenta características equivalentes a rede elétrica, ou seja, mesma fase e frequência e (60 Hz), possibilitando a conexão do sistema fotovoltaico a rede elétrica. Na Figura 4 são apresentados os sinais de corrente e tensão da rede elétrica antes e após a conexão do sistema fotovoltaico. Quando o sistema entra em operação, como não existe carga conectada ao ponto de acoplamento, a potência gerada pelo sistema é inteiramente fornecida à rede elétrica. Há também uma inversão na polaridade, conforme ilustrado na Figura 4, ou seja, apenas a potência ativa é fornecida a rede elétrica.

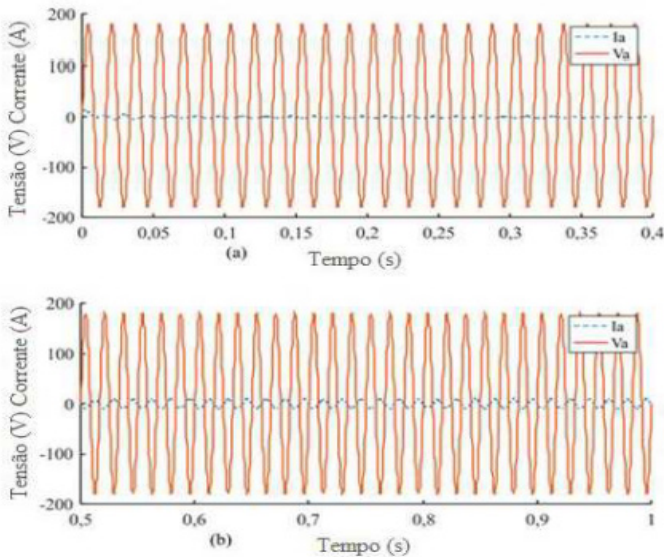



Figura 4: Tensão e corrente da Rede Elétrica Antes e Após a Conexão.

4 | CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o processo de conversão de energia solar em energia elétrica em sistemas fotovoltaicos conectados à rede por meio de dois estágios, onde o primeiro estágio realizou a conversão CC/CC e contou com um conversor *Boost*, responsável por elevar a tensão gerada pelo arranjo fotovoltaico e pela busca do ponto de máxima potência, denominado MPPT, enquanto o segundo estágio realizou a conversão CC/CA por meio de um inversor e o qual foi responsável pelo fornecimento da corrente de saída do sistema. O arranjo fotovoltaico foi conectado à rede por meio de um filtro LCL e os resultados obtidos no trabalho foram satisfatórios para a aplicação utilizada.

REFERÊNCIAS

[1] ANEEL. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST, qualidade da energia elétrica, módulo 8. 2014.

[2] [IEEE Application Guide for IEEE Std 1547(TM), IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems, in IEEE Std 1547.2-2008, vol. no., pp.1-217, 15 April 2009].

[3] BARRETO, Rodrigo Lopes Barreto. Contribuições ao Método de Rastreamento de Máxima Potência para Sistemas Fotovoltaicos. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN/PPGEEC, Natal - RN, 2014.

[4] EPE - Balanço Energético Nacional 2018: Ano Base 2017. Rio de Janeiro, 2018. Empresa de Pesquisa Energética - EPE. [http://www.epe.gov.br].

[5] GALDINO, M.; PINHO, J.; Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. Rio de Janeiro: Revista virtual de Química. Niterói, RJ, vol. 7, n. 1.

[6] J. M. Sosa, G. Escobar, P. R. Martínez-Rodríguez, G. Vásquez, M. A. Juárez and M. Diosdado," Comparative evaluation of L and LCL filters in transformerless grid tied converters for active power injection," 2014 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC), Ixtapa, 2014.

[7] ROCHA, Thiago de Oliveira Alves Rocha. Estratégia de Controle Robusto para Inter-conexão de Sistemas PV Trifásicos `a Rede Elétrica. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN/PPGEEC, Natal - RN, 2015.

[8] SÁ, Nuno Rafael Silva Sá. Sistema de Conversão de Energia Solar Fotovoltaica para Carregamento de um Veículo Elétrico. Tese de Mestrado. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa - ISEL/DEEEA, Lisboa, 2017.

[9] SILVA, Leonardo Rosenthal Caetano Silva. Análise de Técnicas de Rastreamento de Máxima Potência (MPPT) para Aplicação em Arranjos de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia -UFU/PPGEE, Uberlândia - MG, 2015.

CAPÍTULO 8

DESENVOLVIMENTO DE JOGOS EDUCATIVOS NA CONSCIENTIZAÇÃO DA PREVENÇÃO DO CÂNCER DE MAMA

Data de aceite: 28/04/2021

Luiz Cláudio Machado dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Lauro de Freitas, Bahia
http://lattes.cnpq.br/6294967085470113

Jocelma Almeida Rios
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Lauro de Freitas, Bahia
http://lattes.cnpq.br/4189446503539038

Flávia de Jesus Figueredo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Lauro de Freitas, Bahia
http://lattes.cnpq.br/4198359395643562

Rafael Batista Rocha
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Instituto Federal da Bahia
Lauro de Freitas, Bahia
http://lattes.cnpq.br/6042749532623056

Maria Adélia Icó M. dos Santos
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Instituto Federal da Bahia
Lauro de Freitas, Bahia
http://lattes.cnpq.br/2466908951038836

RESUMO: Os jogos digitais destacam-se, não apenas com intuito de diversão e entretenimento, mas, também, para disseminar diversas informações de forma educativa contribuindo para conscientizar sobre assuntos da vida pessoal e profissional das pessoas. A informática, os jogos, as plataformas digitais, em geral, são utilizados para promover ações que servem para ajudar na área de saúde como: reabilitação de pacientes e idosos, aprendizado e instruções para prevenção de doenças. Pensando nessas ações, com vistas a alinhar o uso da tecnologia, através do desenvolvimento de jogos digitais e de uma forma lúdica e educativa, este artigo apresenta o desenvolvimento de dois jogos digitais com o objetivo de orientar as pessoas sobre a importância da prevenção do câncer de mama, fazendo alusão à Campanha Outubro Rosa. Para o desenvolvimento dos jogos, utilizou-se a game engine Unity 3D. Além da codificação do jogo, o roteiro, o enredo, a arte, o design e o som foram desenvolvidos pelos autores. São demonstradas, aqui, telas do jogo e disponibilizados os endereços eletrônicos para que outras pessoas possam realizar o download.
PALAVRAS-CHAVE: Jogos Educativos; Outubro Rosa; Câncer de Mama.

DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL GAMES TO CONTRIBUTE IN THE AWARENESS OF BREAST CANCER PREVENTION

ABSTRACT: Digital games stand out not only for the purpose of funand entertainment, butalso to disseminate various information in na education alway, contributing to raise awareness in serious

every day matters. Informatics, games, digital platforms, in general, are used to promote actions that serve to help in the health field, such as: rehabilitation of patients and elderly, learning and instructions for dise ase prevention. Thinking about the seactions, with a view to align the use of technology, through the development of digital games and in a play fuland education alway, this article proposes and present sthe development of two educational digital games with the objective of guiding people on the importance of prevention of breast cancer, alluding to pink October. For the developmentof the games, the game engine used was Unity 3D. In addition to the game, the script, plot, art, design and sound were developed by the authors. The game screens are shown here and the address is available so other people can download.
KEYWORDS: Educational Games; Pink October; Breast Cancer.

INTRODUÇÃO

O crescimento anual contínuo de casos de câncer de mama em todo o mundo é um problema de saúde pública. Somente no ano de 2019, o Brasil apresentou, como estimativa, aproximadamente, 59.700 novos casos de câncer de mama entre as mulheres, correspondendo a 29,5% no total de casos de câncer. Neste mesmo período, ocorreram 16.060 óbitos. INCA - Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva, 2019b. As razões são complexas, mas refletem tanto o envelhecimento quanto o aumento populacional, assim como mudanças na prevalência e na distribuição dos principais fatores de risco.

Em razão da alta incidência desse tipo de câncer, a *Fundação Susan G. Komenforthe Cure* criou, em 1990, a campanha anual Outubro Rosa, que envolve diversos países e tem como objetivo alertar toda a sociedade sobre o diagnóstico precoce do câncer de mama, e, com isso, reduzir a mortalidade resultante dessa tão grave doença. Durante o mês inteiro, são divulgados dados sobre a incidência desse tipo de câncer, que acomete em especial as mulheres, orientações sobre prevenção, incentivos às pessoas para realização constante de exames médicos e de autoexame, incluindo todo o suporte emocional. Boaventura (2017).

Em todo o mundo, ocorrem diversos eventos, debates e apresentações sobre o tema, além de ações educativas que disseminam informações para a detecção precoce do câncer de mama. A campanha é representada por um laço de cor rosa, símbolo internacional, usado pelas pessoas em suas empresas, instituições de ensino e órgãos públicos. É comum, no Brasil e em outras partes do mundo, encontrar diversos locais e instituições públicas ou privadas com suas fachadas enfeitadas com símbolos da campanha visando fortalecer as ações da campanha. Sabe-se que o diagnóstico precoce é o maior aliado para o tratamento eficaz do câncer de mama e que, quando identificado desde o início, é possível tratar e impedir que o tumor alcance outros órgãos. Moura (2015).

Diante da importância da prevenção do câncer de mama, da campanha do Outubro Rosa e da preocupação dos órgãos de saúde, pensou-se no desenvolvimento de jogos

digitais educativos para apoiar na conscientização e na prevenção. Apresentam-se, neste artigo, dois jogos eletrônicos, demonstrando a contribuição para prevenção do câncer de mama. Os jogos não devem ser vistos, apenas, como artefatos voltados ao entretenimento, mas, também, como uma opção para orientar e, através da ludicidade, possibilitar o alcance de um público mais jovem, disseminando conhecimento referente à prevenção do câncer de mama. Os jogos propostos podem ser utilizados em clínicas, escolas e em diversas campanhas educativas para a prevenção dessa doença.

REFERENCIAL TEÓRICO

Entende-se, neste trabalho, que para o êxito dos jogos aqui propostos, são necessários o conhecimento e o domínio de conceitos importantes sobre a temática ora discutida. Esta seção destaca, então, alguns conceitos e definições sobre o câncer de mama, sobre a campanha de prevenção, os quais foram fundamentais para a criação do enredo/roteiro dos jogos propostos.

CÂNCER DE MAMA

Alinhar temas complexos, a exemplo do ‘câncer de mama’, com a educação não é uma tarefa simples. Esclarece-se, portanto, que este artigo não pretende definir e nem adentrar no tema clínico dos tipos de câncer de mama existentes, mas, para a criação do roteiro/enredo e para o desenvolvimento dos jogos, aqui propostos, foi extremamente importante pesquisar o tema.

De acordo com INCA (2019a), a mortalidade desse tipo de câncer entre as mulheres é a mais alta e a estimativa, para cada ano do triênio 2020-2022, é de 66.280 casos, com tendência de crescimento para os próximos anos, correspondendo a 61,61 novos casos a cada 100 mil mulheres. O cenário é ainda mais cruel para as mulheres de baixa renda que não têm condições ou muitas vezes não encontram clínicas ou hospitais equipados para a realização da mamografia e exames periódicos.

Conforme informações constantes do *site* do Ministério da Saúde, as mulheres com idade entre 40 e 69 anos são o público principal desse tipo de câncer e, periodicamente, devem buscar atendimento com especialistas, além de realizar a mamografia, que é o principal exame realizado para diagnóstico. O trabalho de conscientização e a busca do conhecimento colaboram para a adesão à mamografia, principalmente daquelas mulheres que já possuem histórico de câncer de mama na família. Então, recomenda-se que a prevenção inicie antes mesmo dos 40 anos.

De acordo com INCA (2019b), pesquisas de âmbito nacional apresentam diversos fatores de risco e proteção para doenças crônicas não transmissíveis. No caso do câncer de mama, os fatores de riscos que estão relacionados com o aumento e a incidência são: excesso de gordura corporal,consumo de bebidas alcoólicas e falta atividade física. O

excesso de gordura corporal é especialmente importante, pois os níveis hormonais são bastante afetados. O uso abusivo de bebidas alcoólicas também é um fator de risco e contribui com o desenvolvimento de todos os tipos de câncer, produzindo reativas de oxigênio associadas a danos no DNA e, dependendo do paciente, pode aumentar os níveis circulantes de estrogênio, entre outros malefícios.

A prática de atividade física regular colabora com a redução da gordura corporal e realiza o equilíbrio dos níveis de hormônios circulantes, como a insulina e os hormônios sexuais, que contribuem com a diminuição do risco de câncer de mama e reduzem a inflamação das defesas do corpo. A amamentação também é uma grande aliada das mães para protegerem-se do câncer de mama, visto que ela elimina as células mamárias com mutações. INCA (2019b).

Para este tipo de câncer, é comum que a doença apresente comportamento distinto entre as pacientes. Por isso, o acompanhamento médico, através dos tratamentos locais e sistêmicos, é o mais recomendado. O conhecimento e a detecção precoce das características moleculares dos tumores são fundamentais para o tratamento, e, dependendo do caso, a busca pela cura. INCA (2019b).

OUTUBRO ROSA E PREVENÇÃO

A campanha Outubro Rosa visa conscientizar a sociedade sobre a importância de evitar a doença, que acomete, sobretudo as mulheres, sendo o mais incidente na população feminina brasileira e mundial, mas também atinge os homens. No Brasil, as taxas de mortalidade por esse tipo de câncer são elevadas, especialmente, porque a doença continua sendo diagnosticada já em estágios avançados. Esse cenário reforça a importância da campanha Outubro Rosa para conscientizar as pessoas, em especial as mulheres, acerca da importância da prevenção, do autoexame e da realização da mamografia, que se configuram ações essenciais para esse processo de diagnóstico precoce. Mas, outro fator que também é necessário tratar de forma bastante educativa refere-se à vergonha, reforçada pelos preconceitos,que as mulheres ainda sentem em buscar ajuda profissional.

O movimento deu-se início nos Estados Unidos em 1990, onde diversos estados já realizavam ações isoladas sobre o tema no mês de outubro, até que a campanha de prevenção ao câncer de mama foi institucionalizada pelo Congresso Nacional. No Brasil, o movimento iniciou no estado de São Paulo, através do monumento Mausoléu do Soldado Constitucionalista (mais conhecido como Obelisco do Ibirapuera). Gutierrez& Almeida (2017).

Hoje, é comum, diversas cidades brasileiras iluminarem de rosa monumentos, prédios públicos, pontes, teatros etc., e até mesmo empresas privadas também adotam o conceito e colaboram com essa “onda rosa”, durante o mês de outubro. Sabe-se, ainda, que a prevenção ainda é o caminho mais seguro, pois, quando o câncer é detectado

precocemente, há uma chance de aproximadamente 90% de cura. Entre as estratégias definidas pelo Ministério da Saúde (MS) está o diagnóstico precoce, o rastreamento e as ações de educação em saúde. É de responsabilidade e competência da Atenção Básica em Saúde a organização da campanha e aorientação das mulheres sobre o risco da doença, assim como facilitar o acesso à saúde são medidas essenciais para o efetivo controle da doença. Gutierrez& Almeida (2017).

Fatores importantes para o diagnóstico precoce do câncer de mama são o conhecimento e a conscientização, pois, estimulam as mulheres à realização de autoexames que são simples mas colaboram bastante para o diagnóstico. Vale esclarecer que o autoexame não substitui os exames clínicos; apenas auxilia e estimula a mulher a procurar o atendimento especializado, e isso é também enfatizado pela campanha.

Alinhar os conceitos iniciais de câncer de mama com a sua prevenção é um dos objetivos dos jogos aqui desenvolvidos, enquanto um tem o foco de conscientizar as pessoas a se prevenirem, através dos exames periódicos, das rotinas diárias de ida ao serviço médico, do autoexame, o outro jogo foca nos hábitos saudáveis, motivando as pessoas a se cuidarem através de uma alimentação saudável e balanceada.

JOGOS EDUCACIONAIS

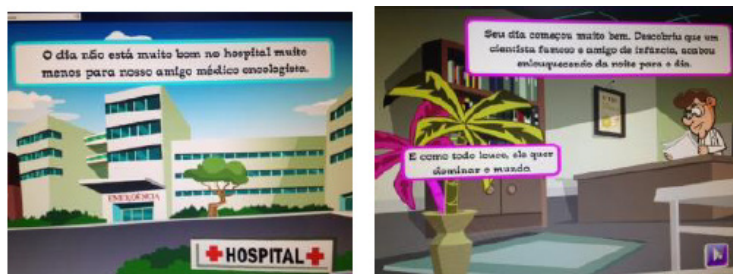
Os jogos digitais estão presentes na vida das pessoas, nas mais diversas plataformas: *smartphone*, *tablet*, computador, consoles, TV Digital e em diversos ambientes, sejam *offline* ou *online*. São também diversos os gêneros desses jogos: aventura, perguntas e respostas, jogos 2D, 3D, de investigação, de raciocínio lógico etc.

O uso dos jogos educacionais no processo de ensino pode servir como meio de motivar o estudante ao aprendizado, pela sua característica lúdica. Contudo, para além de mera transmissão de conteúdo, os jogos auxiliam no desenvolvimento de habilidades estruturantes como o raciocínio lógico, a percepção espacial, a coordenação motora, e o pensamento computacional, possibilitando a troca de conhecimentos entre os jogadores sobre regras, *gameplay*, enredo e outros elementos do jogo, ampliando a função educativa do jogo.

Segundo Roland *et al* (2010, p. 2-3), a utilização dessas ferramentas contribui para aumentar as funções mentais e intelectuais dos jogadores, pois, através delas, é possível adquirir conhecimento, e, por conseguinte, ativar a criatividade do indivíduo e ajudar a encarar novos desafios, os quais a depender do tipo de jogo pode, também, colaborar com a autonomia do sujeito. Um jogo educacional necessita de um embasamento técnico e metodológico, de modo que não se pode desenvolver e lançar um jogo sem o devido estudo da temática, antes de definir o *Concept* do jogo: objetivo, gênero, regras, personagens, *gameplay* etc.

TRABALHOS CORRELATOS E CAMPANHAS DE PREVENÇÃO COM USO DE JOGOS

Esta seção apresenta trabalhos correlatos que abordam a prevenção do câncer de mama com a utilização de artefatos digitais, na forma de jogos eletrônicos. A primeira proposta trata de um jogo com o foco na prevenção; já o segundo trabalho contempla a aplicação de um jogo *móbile* com pacientes; a terceira proposta vem com a interação dos usuários com o jogo através da realidade virtual e com equipamento de console; e, por fim, são apresentados três exemplos de ações na instrução sobre a prevenção do câncer através de jogos digitais.

Lemos (2016), em seu artigo, apresenta dois jogos sobre o câncer. Entre eles, destaca-se o "*CancerCombat*", cujo objetivo é conscientizar as pessoas sobre o câncer de mama. O jogo foca na estratégia discursiva associada ao(à) jogador(a), permitindo a resolução de questões que envolvem a saúde e reflexões que levam à prevenção da doença. O personagem principal é representado por um cientista, carregando seu instrumento de trabalho em punho. Ambientes e cenários do mundo real fazem parte do jogo, possibilitando que o(a) jogador(a) compreenda que se tratado tema de câncer de mama. Lemos (2016).

Figura[1] – Cenários do Jogo '*CancerCombat*'

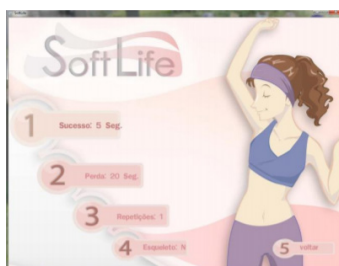
Fonte: Lemos (2016)

Em seu trabalho, Kim e colaboradores (2018) abordam a aprendizagem baseada em jogos digitais para o tratamento de pessoas com câncer de mama. A pesquisa aplica e analisa o uso do jogo *ILOVEBREAST* (Figura 2), que colabora para o incentivo à adesão ao tratamento, à diminuição dos efeitos colaterais físicos no processo quimioterápico eà melhoria do estado psicológico dos pacientes. O jogo foi aplicado em um período de três semanas, com o auxílio das redes sociais e recursos baseados em plataforma.

Figura[2] – Tela do Jogo '*ILOVEBREAST*'

Fonte: Kim*etal* (2018).

Entre os recursos pedagógicos utilizados para alcançar êxito no resultado final, estão: prevenção dos efeitos colaterais dos medicamentos, incentivo de atividades físicas e melhoria do humor das pessoas. No estudo, conclui-se e recomenda-se o uso de jogos para dispositivos móveis em pacientes com câncer de mama durante o processo de medicação e são apresentados resultados positivos ao tratamento através de seus métodos divertidos e eficazes. Kim*et al* (2018).

O trabalho descrito por Júnior (2012) aborda um jogo sério, que auxilia na recuperação de mulheres que realizaram a cirurgia de mastectomia. As atividades e exercícios são enfatizados nesse jogo, pois têm o papel de estimular as pacientes. Em seu trabalho, além do desenvolvimento, discute-se a aplicação do jogo, auxiliando no tratamento fisioterapêutico para reabilitação de mulheres mastectomizadas. A Figura 3 apresenta o *menu* principal do jogo.

Figura[3] – Tela do Jogo '*SoftLife*'

Fonte: Júnior (2012)

Destacam-se, aqui, diversas ações importantes de instituições que atuam diretamente para conscientizar as pessoas na campanha do Outubro Rosa em todo o país. Estes profissionais tornam-se grandes protagonistas, inclusive, para utilizar e motivar

as pessoas a utilizarem os jogos aqui propostos e outros já disponíveis. Nos próximos parágrafos, são demonstradas algumas dessas ações de prevenção do câncer de mama associadas ao uso de jogos digitais.

Em seu trabalho, Bond (2017) aborda a aplicação de um jogo digital, exibido através de dispositivo móvel. Os usuários são testados com um *quiz* composto de informações sobre o Câncer de Mama. A campanha foi lançada em alguns estados brasileiros em parceria com o 'Instituto Oncoguia', que realiza ações de prevenção ao câncer de mama.

O site Central da Fisioterapia (CF, 2020) apresenta um jogo eletrônico desenvolvido por uma professora da Universidade do Vale do Paraíba, com intuito de facilitar as sessões de fisioterapia. Nesse jogo, é utilizado o console XBOX da Microsoft, e através da sua câmera *Kinect* é realizada a captura dos pacientes, estimulando-os nas movimentações inerentes à necessidade do paciente e, de forma lúdica, motivando-o a realizar os movimentos. Toda a etapa e série de movimentação são realizadas pelo profissional de saúde. Junto ao jogo, foi desenvolvimento uma manta de vibração complementar com o objetivo de fortalecer os músculos durante os movimentos. Ainda nesse trabalho, é demonstrado o *feedback* realizado por algumas mulheres usuárias do jogo, ratificando o quanto a tecnologia tornou o tratamento mais eficiente quando comparado ao processo de terapia convencional.

Em INCA (2017), é descrito um jogo desenvolvido por mulheres brasileiras, nomeado como '*Alpha Beat Cance'*, que resultou em um prêmio internacional, disputado por outros 60 projetos. O intuito do jogo, baseado na cartilha do Instituto Beaba, é apoiar as pessoas durante e após o diagnóstico e o tratamento da doença. O jogo simula o atendimento a pacientes através dos procedimentos médicos com o objetivo de informar e colaborar com famílias que possuem casos de pessoas com câncer, motivando assim o tratamento e o diagnóstico precoce da doença. O jogo está disponível de forma *mobile* nas principais lojas de aplicativos.

Para o desenvolvimento de um jogo educativo é importante o envolvimento de especialistas, principalmente aquele que necessite da utilização de termos específicos de uma área técnica. Então, pode-se perceber que o jogo educativo tem o caráter também de instruir e conscientizar na prevenção, e não somente na resolução de problemas.

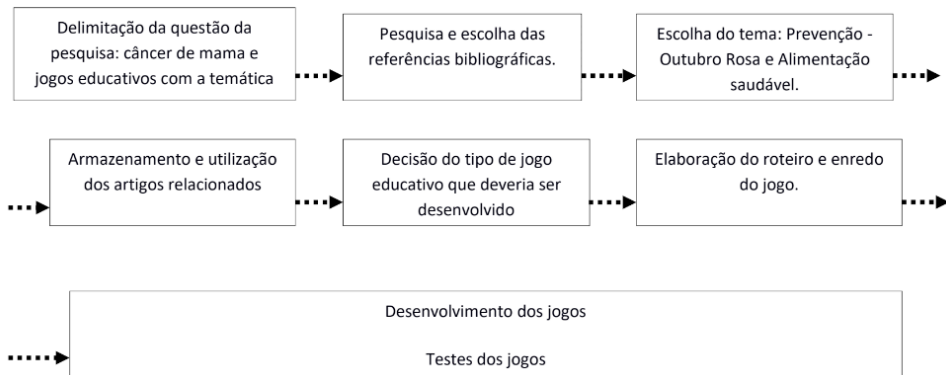
METODOLOGIA

Esta pesquisa se classifica como aplicada, por se dedicar à solução de problemas específicos, que é a conscientização acerca do câncer de mama, sua prevenção e tratamento. Quanto aos procedimentos, foi utilizada a pesquisa bibliográfica de caráter exploratório, conforme Gil (2002), sobre os temas: câncer de mama, outubro rosa, alimentação no antes e depois do tratamento e jogos educacionais, e a pesquisa experimental. A investigação bibliográfica possibilitou a identificação de obras acadêmicas e profissionais e o aprofundamento do conhecimento sobre o câncer de mama, seus tipos,

formas de prevenção, a campanha do outubro rosa e assim preencher algumas lacunas.

Após a revisão bibliográfica, partiu-se para a segunda etapa do projeto, que foi a análise e pesquisa de jogos educacionais existentes com a temática do câncer de mama. Durante este percurso, percebeu-se a escassez de jogos com a temática aqui discutida. Posteriormente, foi desenhado o processo de desenvolvimento dos jogos e foram realizadas pesquisas para o suporte à produção dos jogos com o objetivo de cumprir o cunho educacional.

Em sua pesquisa, Sena &Catapan (2016) apresentam técnicas de revisão sistemática e metodologias para o desenvolvimento de jogos educacionais. De acordo com Costa e Zoltowski (2015), citado por Sena &Catapan (2016), a revisão sistemática pode ser realizada de diversos modos, a seguir: a revisão da literatura objetiva, mapeamento de estudos utilizados no design de jogos educacionais e identificação de trabalhos científicos que descrevem a documentação da proposta.

Outro autor que destaca a importância do levantamento documental, das metodologias e das aplicações, trata-se de Chandler (2012), que divide a construção dos jogos nas seguintes etapas: pré-produção, produção, testes e finalização. Para compreender a etapa de elaboração dos jogos propostos, baseada nas instruções de Costa e Zoltowski (2015), adaptou-se o processo metodológico seguido neste trabalho.

Figura[4] – Etapas de Revisão Sistemática para elaboração dos jogos

Fonte: Baseado em Costa e Zoltowski (2015)

Em seu trabalho, Sena &Catapan (2016) alertam que, independentemente do tipo de jogo que está sendo proposto, é necessário um critério metodológico bem estabelecido, assim como um documento técnico acompanhado do *Game Design Document* ou abreviadamente *GDD*.

Os jogos apresentados neste trabalho foram desenvolvidos no período de setembro

e outubro de 2019, com o intuito de fortalecer a campanha a prevenção do câncer de mama, na plataforma (*desktop*), mas também podem funcionam em computadores.

O público-alvo são crianças, adolescentes, adultos e profissionais da área educacional e saúde que tenham interesse em utilizar o jogo para fomentar a prevenção ao câncer de mama.

Após isso, pensou-se em um roteiro/enredo que possibilitasse a professores(as), estudantes, e quaisquer interessados(as), aplicar o jogo, motivando as pessoas no aprendizado e na importância da conscientização acerca do câncer de mama, bem como sobre a respectiva campanha de prevenção.

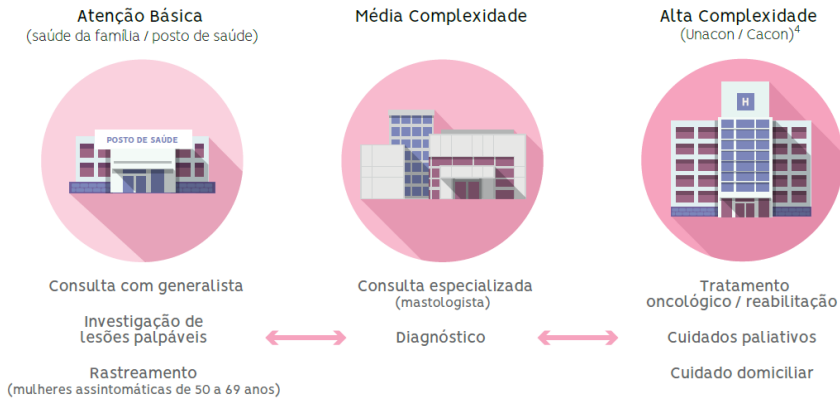
De posse das informações coletadas e diante de todo o embasamento teórico, foi possível a construção de dois jogos, os quais foram validados por professores(as) e estudantes do Curso Superior de Jogos Digitais, e testados por outros(as) estudantes e pessoas externas à instituição, em diversos eventos. A *game engine* utilizada para o desenvolvimento dos jogos foi a *Unity*.

Para o desenvolvimento dos cenários, foi utilizada a ferramenta *Aseprite*, para criação em *pixelart*. A personagem Velma foi desenhada à mão com o suporte do *software* de desenho digital *Krita* e animada com o recurso de *animation* do *Unity*.

OS JOGOS

Apresentam-se, a seguir, os dois jogos desenvolvidos: o ‘Robotubro’ e o ‘Rosa de outubro’, com vistas à observação de duas possibilidades de jogos educacionais. Os jogos aqui propostos não têm fins lucrativos e estão disponíveis para uso por qualquer pessoa, em especial para instituições educacionais e de saúde.

Jogo 1 – ROBOTUBRO: a missão

Conforme INCA (2019b) explicita, ações de prevenção e detecção precoce são realizadas pela equipe de atenção básica do município. Ao perceber qualquer anormalidade quanto à saúde do(da) paciente, encaminha-se para o que chamam de serviço de média complexidade para melhor investigação. Se confirmada a doença, o(a) paciente é encaminhado(a) para a unidade hospitalar referenciada. Na imagem 5, INCA (2019b) explica o fluxo.

Figura[5] – Etapas para a prevenção e tratamento do câncer de mama.

Fonte: INCA (2019b)

No fluxo apresentado anteriormente, o posto de saúde é a primeira unidade a ser procurada pelo(a) paciente para a realização dos exames periódicos. Neste processo, são iniciadas as primeiras investigações e análise. Se houver um diagnóstico inicial, imediatamente, o(a) paciente é encaminhado(a) para consulta especializada com um mastologista e, havendo um diagnóstico mais específico, é encaminhado para uma clínica/ hospital mais especializado para iniciar o tratamento.

Cada etapa é importante para os cuidados e o diagnóstico precoce do câncer de mama e a primeira proposta de jogo narra a história de um robô, chamado de 'Roboto', conhecido como um pequeno robô com um grande coração, que tem como missão realizar o processo de conscientização e prevenção.

Utilizar um robô como personagem principal traz a ideia de que a "máquina não cansa" e de que o trabalho precisa ser feito continuamente. E é isso que faz Roboto, incansavelmente conscientiza as pessoas que adoecem, visto que os casos têm uma tendência a crescer com a falta de conhecimento. Há maiores chances de cura dependendo do estágio em que se descobre o câncer e isso pode ser combatido com conhecimento, como é lembrado pelo Roboto, através da célebre frase de Sun Tzu, encontrada no livro 'A arte da Guerra':

> Se você conhece o inimigo e conhece a si mesmo, não precisa temer o resultado de cem batalhas. Se você se conhece, mas não conhece o inimigo, para cada vitória ganha sofrerá também uma derrota. Se você não conhece nem o inimigo nem a si mesmo, perderá todas as batalhas. (THU, 2006, p. 22-23).

A divulgação do câncer de mama e da importância de sua prevenção contribuirá com a conscientização das pessoas diante da gravidade dessa doença. O herói robô tem a missão de demonstrar a importância do diagnóstico precoce, pois, quando o câncer é

descoberto no início,sua cura é possível. Na Figura 6, é apresentado o *menu* da tela inicial do jogo.

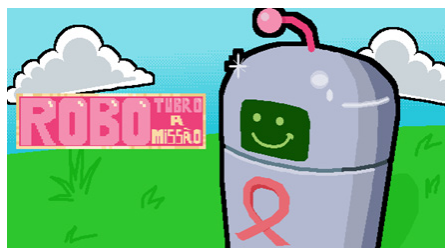



Figura [6] –Imagem do Menu Inicial

Fonte: Dos autores

‘Roboto’ tem a missão de propagar o conhecimento, divulgar os dados dos casos e procedimentos de prevenção, pois com o ato de realizar o autoexame e a mamografia frequentemente, os números de casos com complicações e fatalidades reduzem drasticamente. O jogador deve procurar pessoas no cenário para entregar os panfletos da campanha Outubro Rosa. Cada entrega do panfleto de conscientização é contabilizada no jogo, conforme demonstrado na Figura 7.

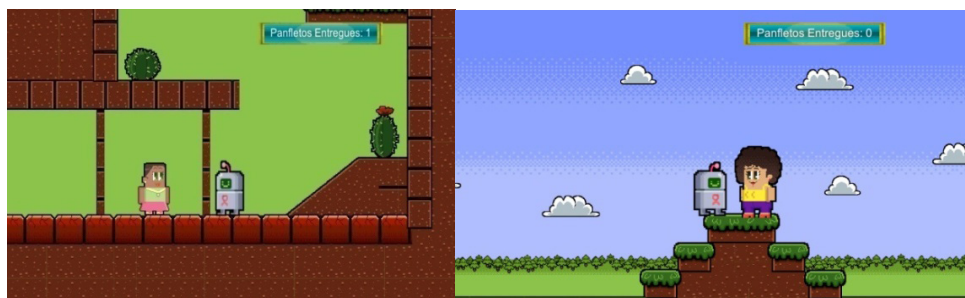



Figura [7] –Imagens do jogo durante a jogada

Fonte: Dos autores

O jogador é responsável pelo controle do Robô que realizará os percursos e vencerá os obstáculos para cumprir sua meta: distribuir os informes e explicar sobre a importância do autoexame e prevenção. Panfletos com dizeres: “Prevenção é o melhor caminho”, “Realize exames periodicamente”, “Outubro, mês de combate ao câncer de mama”, são algumas das informações disponíveis nesses panfletos de conscientização, como mostra a Figura 8:

Figura [8] – Panfletos enviados

Fonte: Dos autores

Após finalizar a sua missão e entregar os panfletos a todas as pessoas espalhadas pelo mapa, o jogador pode, então, sair da área para concluir a missão do dia. Ao final, 'Roboto' recebe uma carta de agradecimento pelo seu trabalho. O jogo é encerrado com a leitura de uma carta pelo 'Roboto', em que uma das pessoas que receberam a instrução do robozinho recebeu o diagnóstico de câncer em estado inicial, e, através do tratamento, alcançou a cura, emocionando o pequeno robô e deixando uma mensagem aos jogadores de que o ato de divulgar o conhecimento, embora pareça simplório,incentiva a prevenção e pode fazer a diferença na vida de muitas pessoas.

Figura [9] –Imagem final do jogo

Fonte: Dos autores

O objetivo educacional deste jogo é conscientizar as pessoas (estudantes, profissionais da educação e saúde, pacientes e qualquer cidadão ou cidadã) a buscar apoio médico e realizar os seus exames periodicamente, pois o melhor caminho para o câncer de mama é a prevenção.

Jogo 2 – Rosa de Outubro

O estilo de vida saudável, que envolve praticar exercícios, não ingerir bebidas alcóolicas, não fumar e alimentar-se com qualidade é bastante recomendado para auxiliar na prevenção ao cancer de mama. Velma Rosa, a heroína deste jogo, sabe da importância uma alimentação saudável e balanceada para a prevenção de câncer de mama, e ela está disposta e preparada para ajudar o(a) jogador(a) nesse processo.

Ao iniciar, o(a) jogador(a)visualizará um texto inicial com um informativo sobre a personagem: “Rosa é uma pessoa como eu e você, que necessita trabalhar o autocuidado. Sua família tem histórico de câncer de mama e Rosa não tem dado a atenção que deveria. Até que sua tia morreu, recentemente, pelo câncer. Isso a abalou muito. Velma Rosa está decidida a se cuidar, mas, não sabe por onde começar. Vamos ajudar Velma Rosa a se prevenir do Câncer de Mama!”

Figura [10] – Tela Inicial do Jogo

Fonte: Dos autores

O fluxo apresentado na Figura 11 representa o *gameplay* do jogo ‘Rosa de Outubro’: o personagem, através do cenário, encontrará informações sobre a prevenção do câncer de mama, priorizando as coletas de alimentação saudável (Figura 12). Na fase seguinte, a prioridade está nas atividades físicas, que aliadas à alimentação saudável, colaboram e evitam o sobrepeso.

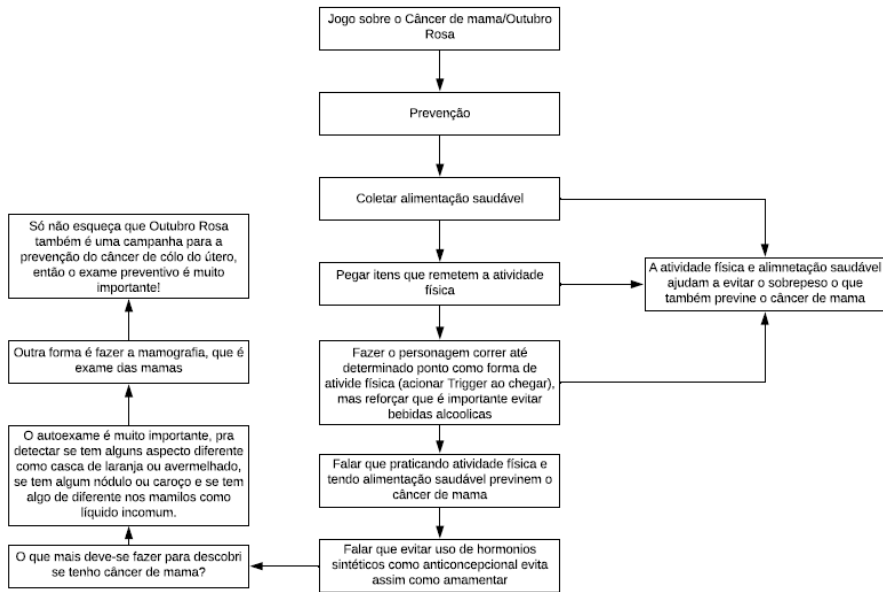



Figura [11] – Fluxodo Jogo

Fonte: Dos autores

Na primeira etapa, Velma Rosa tem como missão coletar itens que correspondem à alimentação saudável. O objetivo do jogador é ter atenção e recolher somente os alimentos saudáveis que auxiliam na prevenção do câncer, internalizando o hábito alimentar que prioriza legumes, verduras e alimentos naturais, aumentando, assim, a pontuação total da missão.

Caso sejam coletados alimentos considerados não saudáveis, a pontuação equivalente aos itens coletados é subtraída dos pontos acumulados. Na Figura 12, é apresentada a primeira fase do jogo, com a mensagem: “Previna-se do Câncer de Mama! Comece mudando os hábitos alimentares. Colete os itens da sua nova alimentação! Cuidado! Alguns alimentos aumentam o risco de câncer, é melhor evitar!”.

Figura [12] – Primeira fase do jogo

Fonte: Dos autores

Na segunda fase, o jogo ensina a importância da atividade física para os(as) pacientes, acompanhada de alimentação saudável. Velma deve recolher equipamentos de treino, como roupas, acessórios e bicicleta, compartilhando a ideia de conscientização. Na terceira fase do jogo, é hora de pôr em prática a atividade de corrida, concluindo assim, os hábitos de uma vida saudável que auxiliam na prevenção.

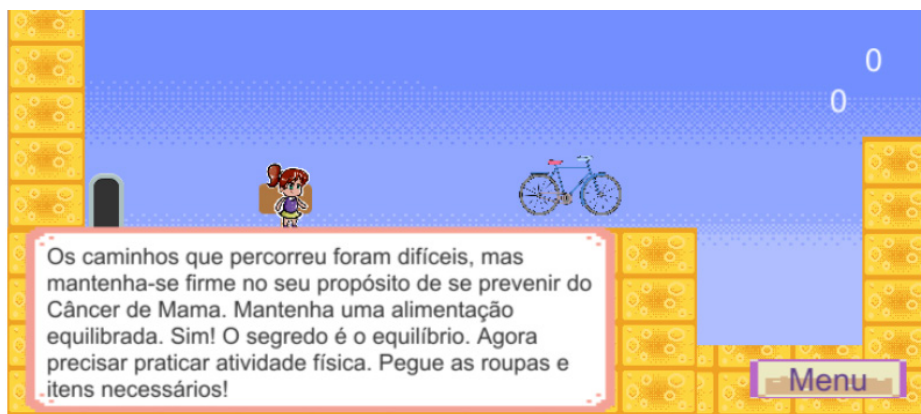



Figura [13] – Tela Inicial do Jogo

Fonte: Dos autores

Durante o percurso, mensagens motivadoras são encontradas. Entre elas, destacam-se: “Os caminhos que você percorreu foram difíceis, mas mantenha-se firme no seu propósito de se prevenir do câncer de mama. Mantenha uma alimentação equilibrada. Sim! O segredo é o equilíbrio. Agora, precisa praticar atividade física. Pegue as roupas e os itens necessários!” e “Você está devidamente equipada para iniciar a sua corrida. Não hesitem passar pela porta e percorrer uns bons quilômetros!”

CONCLUSÃO

Este artigo apresentou o desenvolvimento de dois jogos digitais, sem fins lucrativos, visando contribuir com a conscientização da sociedade referente à prevenção ao câncer de mama. O jogo educativo permite disseminar a informação com diversos métodos de prevenção referentes ao câncer de mama. Espera-se colaborar com a divulgação sobre o câncer de mama e sua prevenção, através do processo de aprendizagem e conscientização. Os artefatos lúdicos motivam e atraem não apenas crianças e adolescentes, mas, também o público adulto, incluindo profissionais das áreas de saúde e de educação. A educação pode ser o caminho para os cuidados com a própria saúde e de familiares.

Para trabalhos futuros, os autores pretendem disponibilizar o jogo na plataforma

web e redes sociais, pois, é mais uma forma de facilitar o acesso, sem a necessidade de realizar *download*. Pensa-se, também, na realização de testes e sondagem com usuários e profissionais sobre o uso do jogo nos diversos aspectos: *design*, jogabilidade, facilidade no uso.

REFERÊNCIAS

Boaventura, L., Silva, H., Santos, W.(2017) ***Outubro Rosa na TV*: uma análise sobre o câncer de mama nos telejornais locais da TV Globo Nordeste.** *XIX Congresso de Ciências da Comunicação na Região Nordeste*.Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. Fortaleza,2017.

Bond, L. (2017). ***Em Brasília, campanha usas jogo para testar conhecimento sobre câncer de mama***. Agência Brasil, Brasília, 10 de out. de 2017. Recuperado em 20 de janeiro, 2020 de https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-10/em-brasilia-campanha-usa-jogo-de-questoes-para-informar-sobre-cancer-de-mama.

Brasil, Ministério da Saúde. ***Câncer de mama: sintomas, tratamentos, causas e prevenção*.** Recuperado em 20 de janeiro, 2020 dehttps://saude.gov.br/saude-de-a-z/cancer-de-mama.

Central da Fisioterapia (CF). ***Jogo de videogame auxilia no tratamento do câncer de mama***.Central da Fisioterapia, São Paulo. Recuperado em 20 de janeiro, 2020 de https://www.centraldafisioterapia.com.br/dicas-de-saude/jogo-de-videogame-auxilia-no-tratamento-do-cancer-de-mama.

Chandler, H. M. (2012). ***Manual de Produção de Jogos Digitais*.2ª edição**. Bookman,VitalBook file.

Costa, A. B.& Zoltowski, A. P. C. (2014) **Como escrever um artigo de revisão sistemática**. In: Koller, S. H., Couto, M. C. P. P.&Hohendorff, J. V. (orgs.). Manual de produção científica. Porto Alegre: Penso.

Gil, A. C. (2002). ***Como elaborar projetos de pesquisa***. São Paulo: Atlas.

Gutierrez, M. G. R. de.&Almeida, A. M. de. **Outubro Rosa**. In: *Acta paul. enferm.*, 30(5), 3-5, https://doi.org/10.1590/1982-0194201700065

INCA - **Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. (2020) *ABC do câncer: abordagens básicas para o controle do câncer***. – 6. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro: INCA. 112 p. ISBN 978-85-7318-394-8 (versão eletrônica).

INCA - **Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (2019b). *A situação do câncer de mama no Brasil: síntese de dados dos sistemas de informação***. – Rio de Janeiro: INCA. 85 p. ISBN 978-85-7318-377-1 (versão eletrônica)

INCA - **Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (2019a). *Estimativa 2020: incidência de câncer no Brasil***. Rio de Janeiro: INCA, 2019. 120 p. ISBN 978-85-7318-388-7 (versão impressa) e ISBN 978-85-7318-389-4 (versão eletrônica).

INCA - **Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Ministério da Saúde. NOVIDADE Brincando de aprender. In:** ***Rede Câncer*****:** ***Os caminhos da adesão como aumentar a aderência do paciente ao tratamento e sua própria qualidade de vida publicação***, n 37, p. 12-15, abr. 2017. Recuperado em: 30 de junho, 2020 de https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//rrc-37-versao-integral.pdf

Júnior, H. P. M. (2012) ***Soft Life – Um Jogo sério aplicado ao tratamento fisioterapêutico***. Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharelem Sistemas de Informação, Universidade Feevale, Novo Hamburgo.

Kim,H. J.., K., Sun M., Shin, H., Jang J.-S.n., Kim, Y. I.,Han, D. H. (2018) ***A Mobile Game for Patients With Breast Cancer for Chemotherapy Self-Management and Quality-of-Life Improvement: Randomized Controlled Trial***. J Med Internet Res 2018;20(10):e273. DOI: 10.2196/jmir.9559

Lemos, L. (2016) ***Na saúde e na enfermidade: games como história, promoção de vida, e prevenção de doenças.*** XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames), p. 2-4. Florianópolis.

Moura, N. da S.,Aanti, V. J. (2015) ***Campanha Outubro Rosa: análise comparativa da cobertura nos portais G1/RJ e G1/RR1***. XIV Congresso de Ciências da Comunicação na Região Norte. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. Manaus.

Roland, L., C., Fabre, M. C. J. M., Konrath, M. L. P. & Tarouco, L. M. R. (2004). ***Jogos Educacionais***. *RENOTE*, *- Revista Novas Tecnologias na Educação*,v. 1, n. 1, Jun. 2010, doi:10.22456/1679-1916.13719

Sena, S. de S.; Catapan, A. H. **Metodologias para a criação de jogos educativos: uma revisão sistemática da literatura**. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 14, n. 2, 2016. ISSN 1679-1916.

Suassuna, F. (2020). ***Game orienta sobre diagnóstico precoce do câncer de mama***. Metrópoles, Brasília, 24 de out. de 2019. Recuperado em 20 de janeiro, 2020 de https://www.metropoles.com/vida-e-estilo/bem-estar/game-orienta-sobre-diagnostico-precoce-do-cancer-de-mama.

Tzu, Sun, T. (2006) ***A Arte da Guerra***. v. 207. Porto Alegre: L&PM.

CAPÍTULO 9

DESENVOLVIMENTO VISUAL DE JOGO SÉRIO SOBRE EDUCAÇÃO SEXUAL

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão: 06/03/2021

Flávia Ribeiro Albert
UNIFACISA
Campina Grande, Brasil
http://lattes.cnpq.br/9198048633059672

Daniel Leite Costa
UNIFACISA
Campina Grande, Brasil
http://lattes.cnpq.br/1801542196217476

RESUMO: O jogo digital Chega+ foi projetado para intermediar e facilitar a conversa sobre educação sexual entre jovens, adultos, familiares e amigos. Para chegar a esse objetivo, o jogo utilizou-se de mecânicas de jogos de festa (*party games*), direcionadas para a plataforma mobile com o uso de rede local. No entanto, apenas as mecânicas e tecnicalidades não são o suficiente para completar um jogo, e esse artigo tem como objetivo abordar a metodologia utilizada para produção visual desse jogo sério, e como o tema de educação sexual guiou todo o processo de tomada de decisão.
PALAVRAS-CHAVE*:* Design de interface, educação sexual, jogo sério, desenvolvimento visual.

VISUAL DEVELOPMENT OF A SERIOUS GAME ABOUT SEX EDUCATION

ABSTRACT: The digital game Chega+ was designed to mediate and facilitate the talk about sex education between young people, adults, families, and friends. To complete this objective the game used party game mechanics tailored to mobile devices, using a local network. However, the mechanics are not the only thing important to complete the development of a game, and this article aims to approach the methodology used in the visual production of this serious game, and how the sex education theme guided the whole process of decision making.
KEYWORDS: Interface design, sex education, serious game, visual development.

1 I INTRODUÇÃO

A educação sexual sempre foi um tema difícil de ser abordado. Muitas escolas evitam disponibilizar essa educação e enquanto alguns pais esperam que os filhos aprendam na escola, outros preferem que o assunto não seja abordado de forma alguma (ESTADÃO, 2018; MCMANUS, 2015; TERRA, 2017). A educação sexual se mostra um tema desconfortável, independentemente da idade, mas as lacunas nesse conhecimento causam mais injúrias do que as sanam (UNESCO, 2018).

A fim de amenizar o desconforto ao redor do assunto de sexo e sexualidade, esse projeto se propôs à produção de um jogo digital que fosse utilizado como ponto de partida para a discussão, sendo assim um produto para ser jogado por várias pessoas ao mesmo tempo de forma acessível e dinâmica.

De forma resumida, Chega+ é um jogo de perguntas e respostas para celular, que utiliza-se de uma rede local para fazer a comunicação entre até 6 jogadores, que devem cooperar entre si para responder as perguntas da melhor forma possível, selecionando múltiplas respostas que considerem certas; dependendo se essas respostas estão certas ou erradas, elas podem ter uma pontuação positiva, nula ou negativa (ALBERT, 2019).

Para o desenvolvimento desse projeto, um dos principais pontos considerados foi a noção de representatividade. Para Chartier (2002, apud SANTOS, 2017) a representação é o que permite tanto a diferentes grupos sociais de se entenderem internamente, quanto a identificação entre grupos. Nesse projeto, a representatividade foi utilizada como uma forma de se distanciar dos estereótipos presentes no ensino sobre sexo e sexualidade, e foi utilizada não somente como referencial teórico na produção dos elementos educacionais do jogo, como também na sua produção visual.

Representatividade na educação sexual, para esse jogo, quer dizer representar a abrangência de experiências do público. Sendo um jogo de perguntas e respostas, foi importante desenvolver perguntas sobre os mais diversos temas, e opções de respostas ainda mais inclusivas, sempre baseadas em fatos. Acima de tudo, educação sexual tem que ser tratada com fatos, não opiniões (IBGE, 2015). Dessa forma, os jogadores acabariam uma partida não somente conhecendo mais sobre os próprios corpos como também conhecendo mais sobre as experiências dos outros sem tratá-las como algo vulgar ou que deve ser julgado.

Além disso, a própria interface e visual do jogo tiveram como objetivo normalizar o assunto tratado, portanto todos os elementos visuais criados foram pensados de forma que não reforçassem nenhum estereótipo nem causassem desconforto.

Para a criação desses elementos visuais, foram tomados vários passos, sempre levando em conta a melhor forma de representar o público do jogo, e a fidelidade à informação a ser passada.

2 | METODOLOGIA

Como um todo, esse projeto teve 4 etapas principais: 1 – Levantamento de dados e referencial teórico (Análise de jogos, análise de público-alvo, pesquisa para banco de dados do jogo); 2 – Design do jogo; 3 – Desenvolvimento visual; 4 – Prototipagem.

Porém, esse artigo explorará somente a terceira etapa, que em si pode ser dividida em: 1 – Levantamento de dados; 2 – Produção de painel semântico; 3 – Análise e definição de estética; 4 – Produção de arte para interface; 5 – Produção de arte para respostas do jogo.

Vale destacar que apesar da divisão clara de etapas de desenvolvimento, conforme o projeto foi avançando, chegando na etapa de design e desenvolvimento, diversas vezes tomadas de decisões anteriores tiveram que ser repensadas, em consequência, elementos

do jogo foram mudados, tanto em questão de design quanto visual.

A. Levantamento de dados e referencial teórico

Para começar a produção visual do jogo, primeiramente foi feito um levantamento de dados e de referencial teórico para dar suporte à produção, de forma que o projeto tivesse um desenvolvimento visual unificado.

De um ponto de vista de design, a primeira atividade a ser executada foi a definição do público-alvo, de forma que fosse possível criar um painel semântico baseado nas características deste público, que servisse de referência visual para o desenvolvimento dos elementos jogo.

Considerando que a faixa etária do público-alvo para o jogo abrange pessoas da adolescência até a idade adulta, especificamente núcleos familiares e grupos de amigos, foram levantados aspectos que fossem comuns a ambos os grupos. O mais importante desses aspectos foi o consumo de mídias visuais desses grupos, de filmes e séries a outros jogos similares.

O gênero de filme – e recentemente de séries, e originalmente de histórias em quadrinho – que atingem a demográfica de adolescente e adultos, é de ação com super-heróis (PIACENZA, 2018). Mas, ao contrário do que o jogo Chega+ deseja alcançar, e segundo o site Statista (2018), não é a representatividade que atrai o público para esses filmes, com apenas 9% do público afirmando que se identifica com os personagens. O importante para o público, nesse caso, são os assuntos tratados nos enredos e o desenvolvimento dos personagens, que servem de exemplos comparativos para problemas sociais como os da comunidade LGBTQ+ e de imigração, que estão presentes no cotidiano do público.

Outro tipo de mídia que abrange o público-alvo do jogo Chega+, são os desenhos animados, apesar de que muitas vezes esses são destinados ao público infantil (CLARK, 2017; SANTOS, 2017). Os desenhos animados produzidos mais recentemente, vêm produzindo e introduzindo um conteúdo mais diversificado, com personagens de várias etnias, sexualidades e gêneros (CLARK, 2017; INOCÊNCIO & OLIVEIRA, 2015), que por sua vez apelam para o público jovem que estão se descobrindo, e para adultos que estão á procura de conteúdo com que possam se identificar (CLARK, 2017). O desenho animado de *Steven Universe*, por exemplo, tem um público abrangente de 13 a 45 anos de idade (CLARK, 2017).

Depois dessa análise do público-alvo, foi feito um levantamento de jogos similares, mais uma vez dividido em dois tipos: jogos educacionais que tratassem de educação sexual, e jogos do estilo *party game* (ALBERT, 2019).

Com esses aspectos definidos, além de um conhecimento geral do público e seu comportamento, e do que o jogo almejava alcançar, foi produzido um painel semântico.

B. Produção de painel semântico

Para a produção do painel semântico, o mesmo foi dividido em 6 áreas de aspectos do público: 1 – Visual (como o público se apresenta); 2 – Semântica (Identificação do público pela escrita); 3 – Consumo e atividade (o comportamento do público em relação ao que consome e faz); 4 – Consumo e jogos similares (consumo e jogos); 5 – Consumo e mídia (a mídia que o público consome).

O painel semântico completo pode ser visto na fig. 1 abaixo:

Fig. 1: Painel Semântico Completo

Todos esses aspectos ajudam a criar uma visão unificada do público, que por sua vez ajuda no desenvolvimento visual do projeto.

C. Análise e definição de estética

Para a definição da estética, o recurso principal utilizado foi o painel semântico produzido anteriormente, mais especificamente a seção de Consumo e Jogos Similares, e Consumo e Mídia.

Na seção de jogos similares, observou-se predominantemente o uso de *flat art*, ou seja, o uso de cores chapadas e formas de pouca complexidade, geralmente sem o uso de contornos.

Os jogos analisados para o desenvolvimento desse projeto, como mencionado antes, foram divididos entre jogos educacionais com o tema de educação sexual e *party games*, e em ambas as categorias foi analisado o visual dos jogos.

Os jogos educacionais (Fig. 2) analisados foram: "*Tampon Run*", um jogo de plataforma com algumas informações sobre menstruação e visual de *pixel art*; "*Period Game*", um jogo de tabuleiro também sobre menstruação, utilizando-se de *flat art*. E "A Descoberta da Sexualidade", outro jogo de tabuleiro também usando o estilo *flat art*.

Os *party games* (Fig. 2) analisados foram selecionados pelas suas mecânicas, e

estes foram: “*Cards Against Humanity*”, “*Black Stories*”, “*Dix it*”, “*Icon Pop Quiz*” e “Fast Food da Política”, que também é um jogo educacional.

Fig. 2: Seção do Painel Semântico com os Jogos

Quando analisando os jogos educacionais, os jogos sobre menstruação se atinham a uma paleta de vermelhos e rosas. Já o jogo “A Descoberta da Sexualidade”, com um caráter infantil para um público infanto-juvenil, utilizou-se de cores primárias e sempre saturadas e claras.

Já os *party games* as estéticas utilizadas eram mais minimalistas, cartoon ou *flat art* quando ilustrações foram utilizadas. A exceção foi o jogo *Dix It*, que utiliza de ilustrações fantásticas e surreais coloridas.

Em conjunto com a análise da mídia consumida pelo público, foi possível chegar a um consenso do que seria visualmente agradável para o público.

Quando foram analisados os exemplos de super-heróis, porém, não foram levantadas imagens dos filmes por dois motivos: os filmes não apresentavam muita utilidade de análise para o visual do tipo de jogo que este projeto propõe; e a identidade visual dos super-heróis se origina, sempre, nas revistas em quadrinho.

Apesar do visual estético dos super-heróis ter se originado em meados do século XX, com cores saturadas e contornos pretos fortes, é importante notar que atualmente, as revistas se comunicam primeiramente com o público pela capa, o primeiro contato que o consumidor vai ter com aquele conteúdo, é a arte da capa.

Além disso, esse gênero de mídia é rico em produções visuais desenvolvidas pelo público, a chamada *fanart*, e não há nada que vá representar melhor visualmente o público do que algo produzido por ele mesmo.

Dessa forma, foi feito uma análise comparativa entre o visual dos filmes, das capas de revistas e de pôsteres produzidos por fãs, vista na Fig. 3 a seguir:

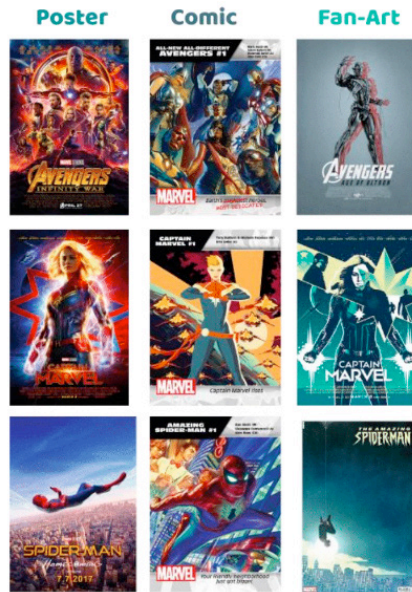



Fig. 3: Painel comparativo deproduções visuais de super-heróis

Em conclusão, observou-se uma discrepância entre a identidade visual dos filmes com as outras produções visuais, tanto em estilo estético – os filmes geralmente sendo um estilo mais realista e fantástico, devido a não serem animações – quanto em paleta, tanto as *comics* quanto as *fanarts* escolhem paletas com cores menos saturadas. Os pôsteres de filmes e capas de *comics* são semelhantes em composição, enquanto os pôsteres de *fanarts* tem uma composição mais minimalista.

Outra preocupação visual do projeto e que deveria ser levada em consideração na definição da estética geral do jogo, era o conteúdo educacional a ser traduzido visualmente.

Por ser um jogo educacional sobre sexo e sexualidade, há a expectativa da abordagem do tema de anatomia, e que essa abordagem seja visual. Dessa forma, foram levantadas ilustrações didáticas a serem analisadas.

Para o projeto, foram analisadas as estéticas realistas e de *flat art* (Fig. 4). Quando as ilustrações foram levantadas, observou-se o uso de realismo e da estética cartoon, consistindo em cores chapadas e contornos pretos.

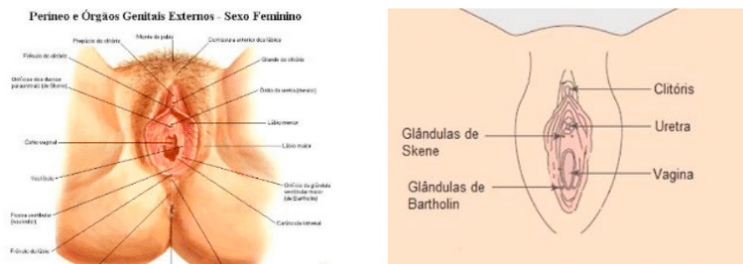



Fig. 4: Diferentes representaçõesda vulva

O problema observado com as abordagens mais realistas, foi o mesmo com todo o tema de educação sexual. O desconforto que imagens realistas poderiam causar no público e que fariam o jogo perder um pouco do caráter divertido. Foi então produzida uma versão das imagens utilizando-se da estética *flat art* (Fig. 5), onde as formas foram simplificadas, mas ainda apresentavam fidelidade anatômica.

Fig. 5: Representação da vulva em flatartpela

A partir daí foram produzidos todos os elementos visuais do jogo, seguindo a estética proposta pela Fig. 5.

Do painel semântico (Fig. 1) discutido anteriormente também foi retirada uma paleta de cores geral mostrada na Fig. 6 a seguir:

Fig. 6: Paleta de cores geral

D. Produção de arte para interface

Para a produção visual da interface, foi feito um *mock-up* inicial (Fig. 7) com as telas principais do jogo de login, menu principal, menu de opções, jogo, dicas e resultado:

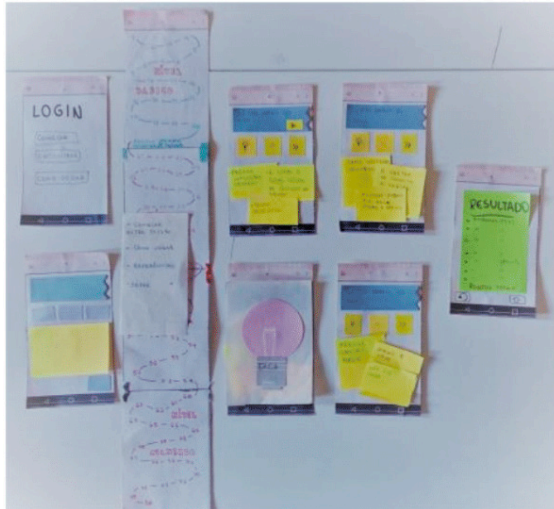



Fig. 7: Mock-up inicial

Foi feito um fluxograma do jogo por completo, e foram produzidas duas telas iniciais para se fazer testes de cor, a tela de menu principal (Fig. 8, à esquerda), que seria uma ilustração longa para o deslize como manuseio; e a tela da interface do jogo (Fig. 8, à direita) quando utilizada ilustrações como respostas:

Fig. 8: Teste de cor na interface do jogo

A partir daí, foi definido uma paleta final para o jogo, vista na Fig. 9 a seguir:

Fig. 9: Paleta final para interface

Essas interfaces foram refinadas a partir do processo de desenvolvimento do jogo, e então foi feito um painel comparativo, onde as interfaces foram analisadas em comparação com o painel semântico produzido anteriormente nas seções de Mídia e de Jogos Similares.

Esse painel (figura 10) foi importante para o processo de desenvolvimento visual, para assegurar que as referências visuais analisadas e utilizadas até então foram devidamente traduzidas na produção visual das interfaces.

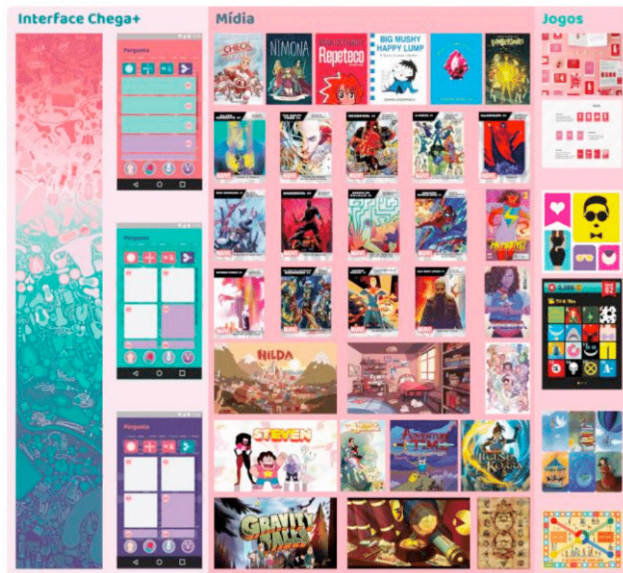



Fig. 10: Painel comparativo para interface

E. Produção de arte para respostas do jogo

As artes para respostas no jogo foram feitas para 16 perguntas do total de 113 perguntas, as outras 97 tinham as respostas em formato de texto.

Ao todo foram produzidas 210 ilustrações para respostas. Para mais informações sobre o design do jogo e como as respostas eram organizadas por pergunta, pode-se referir ao artigo de Albert (2019).

3 I CHEGA+ - DESENVOLVIMENTO VISUAL

Nessa seção, o artigo irá explorará o desenvolvimento visual final do jogo, após as análises iniciais terem sido feitas.

Vale a pena salientar que no desenvolvimento visual e no design de interface foram exploradas soluções um pouco por fora do âmbito da usabilidade e design de interface.

Deu-se prioridade à temática de educação sexual em favor de usar elementos que os usuários provavelmente já estariam habituados a utilizar. Por se tratar de um jogo, e não de um aplicativo de celular, foi possível tomar decisões que favorecessem mais a ambientação e a ludicidade do jogo quando se tratando da usabilidade, esperando que o usuário tivesse mais resiliência no ato de usar a interface do jogo do que ele teria normalmente usando um aplicativo.

A. Interface

Como dito anteriormente, a interface geral do jogo sofreu diversas mudanças e refinamentos.

O exemplo produzido e demonstrado anteriormente da interface do jogo (Fig. 8), com uma resposta centralizada no meio da tela foi trocado por uma disposição agrupada, além dos botões da interface terem sido reajustados (Fig.12).

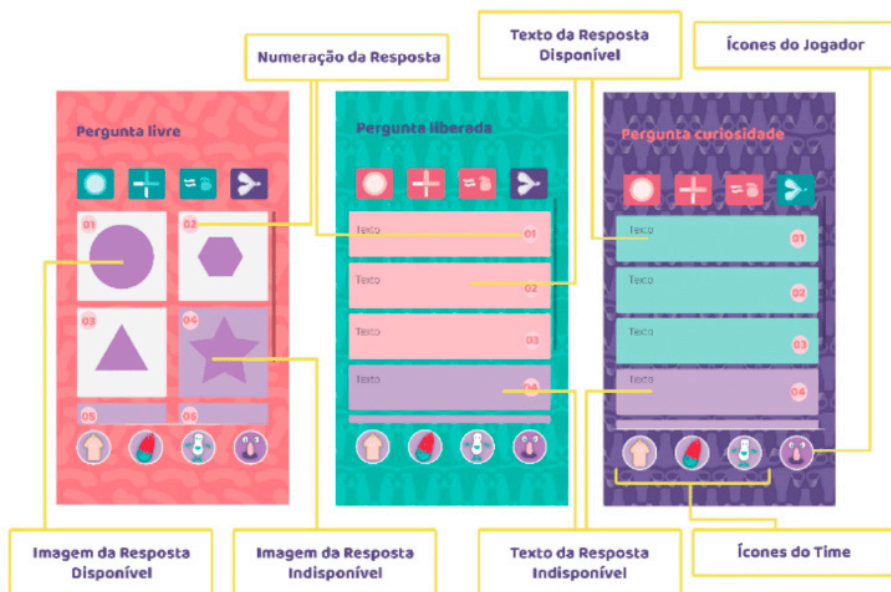



Fig. 12:Interface Chega+

As cores de fundo foram utilizadas para indicar o tipo de pergunta, que serão debatidas mais extensamente nos tópicos a seguir.

O fundo de cor avermelhada seria das perguntas livres; o fundo esverdeado seria para perguntas liberadas; e o fundo roxo são para as perguntas de curiosidade.

B. Imagens de fundo

Outra coisa que foi refinada da interface principal do jogo foi a adição de imagens de fundo. Na interface inicial, o fundo era apenas uma cor chapada, que não passava uma sensação de dinamismo em uma primeira vista.

Foram produzidos então 6 estampas para serem alternadas entre os fundos da interface principal, vistas na Fig. 13 a seguir:

Fig. 13: Imagens de fundo

C. Menus

De acordo com o fluxograma produzido (ver Fig. 14), o jogo necessitava de 3 menus: Menu Inicial, onde os jogadores poderiam iniciar ou encontrar uma sessão para jogar entre si; Menu Principal, onde um jogador principal – aquele que criou a sessão – escolheria um tema e pergunta a ser respondido, e onde poderia visualizar a pontuação do time; Menu de opções, onde os jogadores poderiam ver os ícones do time, iniciar uma nova sessão ou sair.

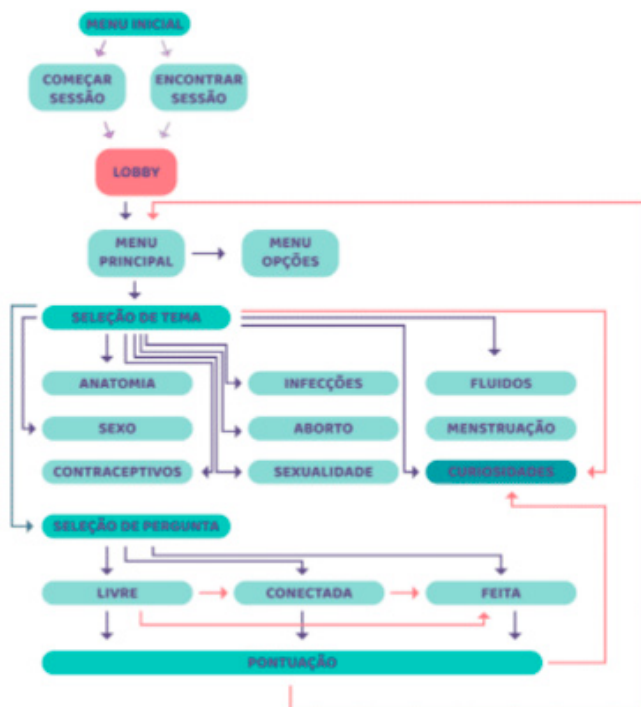



Fig. 14: Fluxograma

O Menu Inicial pode ser visto a seguir, assim como a tela de começar sessão (Fig.

15), onde os jogadores podem personalizar a experiência digitando um nome de usuário e escolhendo um avatar:

Fig. 15: Tela de Menu Inicial e Login

O Menu Principal (Fig. 16, à esquerda) sofreu maiores mudanças devido ao próprio desenvolvimento do jogo.

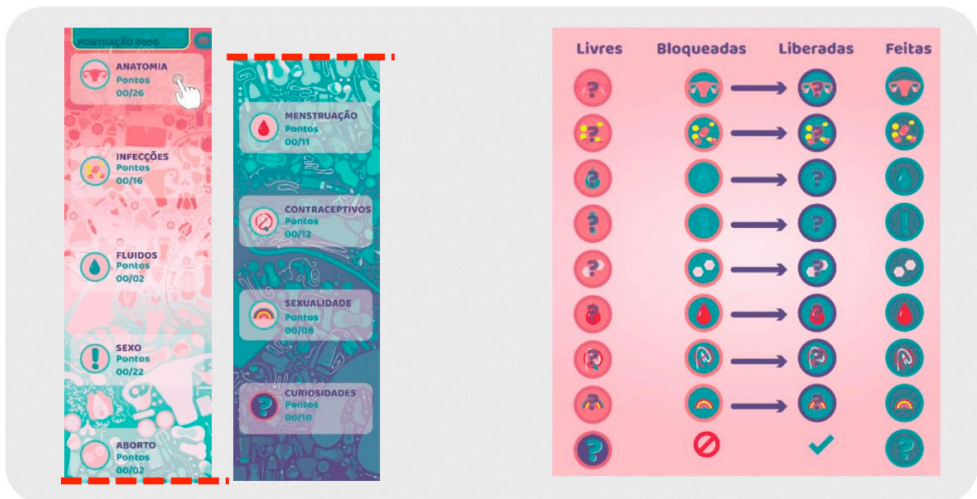



Fig. 17: Menu Principale ícones

Inicialmente, o jogo não seria dividido em temas, mas sim em níveis de dificuldade

de perguntas. Isso se tornou um problema devido ao contexto em que as partidas seriam jogadas. Sendo um jogo para ser jogado em grupos, com mecânicas de *party games*, presencialmente, seria improvável que os jogadores conseguissem chegar às perguntas de níveis mais avançados a não ser que eles jogassem por horas, o que não era o desejado para o jogo e nem iria condizer com as mecânicas de *party games* analisadas.

Para assegurar que o jogo poderia ter um escopo amplo de assuntos e perguntas disponíveis para os jogadores, foi feito uma mudança em que as perguntas seriam divididas por 9 temas principais: Anatomia, Infecções, Fluidos, Sexo, Aborto, Menstruação, Contraceptivos, Sexualidade e Curiosidades.

E dentro desses temas as perguntas seriam classificadas entre: Livres, bloqueadas, liberadas e respondidas (Fig. 16, à direita).

O Menu de Opções (Fig. 17) foi feito como um painel para aparecer sobre a tela do Menu Principal.

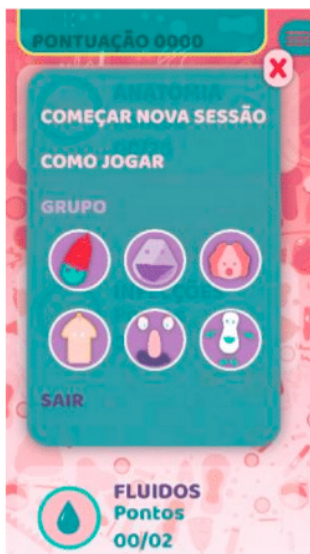



Fig. 17: Painel de Menu de Opções

D. Ícones e botões

Os ícones de usuários (Fig. 18) foram pensados para serem o primeiro "quebra-gelo" do jogo, utilizando-se de formas relacionadas à sexo e sexualidade para criar ícones que os jogadores pudessem escolher para representá-los durante a partida.

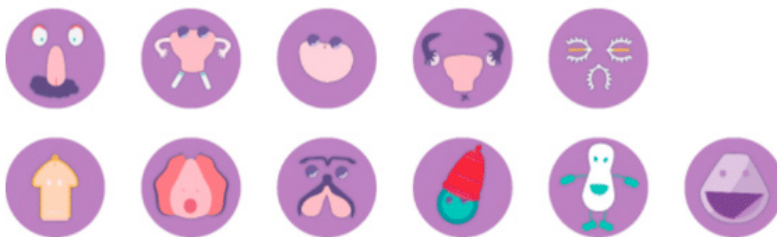



Fig. 18: ícones de jogadores

Foram usadas desde a forma da próstata até absorventes e vulvas para criar esses ícones, querendo já deixar claro para o jogador que o jogo deve ser divertido, e não uma hora séria e desconfortável para se discutir educação sexual.

Os botões do jogo, visualizados na Fig. 12 da interface do jogo, tiveram seus ícones desenvolvidos pensando mais na unificação do tema do jogo em seu visual, e menos em *affordances*.

Esses botões representam 3 habilidades especiais para o time e o botão de avançar ou enviar. As habilidades são: Dicas, mais informações e passe. Essas opções foram observadas mais comumente presentes em formato de: Lâmpada, sinal de mais ou a letra "i", e o sinal de ">>", respectivamente. Botões de "Avançar" ou "Enviar", foram observados no formato de seta.

A partir daí, se fez um estudo por cima desses formatos que os jogadores estariam mais acostumados.

Para "Dicas" (Fig. 19), foi utilizado o que seria a representação de um preservativo, em uma vista superior:

Fig. 19: Botão de Dicas

Para o botão de "Mais informações" (Fig. 20), foi utilizado o visual de dois absorventes internos formando o símbolo de "+".

Fig.20: Botão de Mais Informações

Para o botão de “Passe” (Fig. 21), dois espermatozoides substituíram o ícone de “>>”.

Fig. 21: Botão de Passe

Por fim, para o botão de “Avançar” ou no caso de “Enviar resposta” (Fig. 22), foi utilizada a forma anatômica do clitóris para simbolizar uma seta:

Fig. 22: Botão de Enviar Resposta

E. Imagens de resposta

Foi no desenvolvimento das respostas, tanto em formato de texto quanto de imagem, que a pesquisa sobre representatividade se mostrou relevante.

Por exemplo, em uma pergunta sobre puberdade, foi importante não fazer distinção entre gênero, apenas entre partes anatômicas. Como pode ser visto na Fig. 22 a seguir:

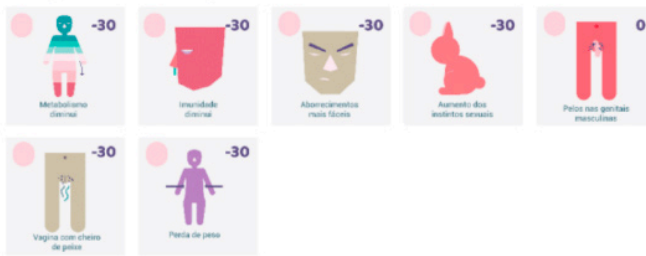



Fig. 22: Opções de resposta

Na Fig. 22 acima, que mostra as ilustrações de resposta para a pergunta no jogo de: “O que acontece na puberdade”, pode se observar duas respostas que exemplificam o argumento feito acima sobre representação.

Uma resposta correta para essa pergunta é: “pelos nas genitais”. Mas também há a opção de “pelos nas genitais masculinas”, o que em si, não é uma resposta errada – por isso pode-se observar sua pontuação nula no canto superior direito – mas há o estereótipo que mulheres não devem crescer pelos no corpo, então a primeira opção que não faz distinção entre os gêneros, seria a resposta mais correta.

Além disso, os outros elementos visuais nas respostas foram pensados de forma a não reforçar nenhum outro estereótipo. As cores usadas quando representando o corpo tentaram fugir de estereótipos entre azul e rosa. A representação do corpo humano também foi pensada para não associar a anatomia genital feminina com o estereótipo de cintura fina, quadris e seios largos; enquanto a anatomia masculina não seria apenas associada com ombros largos e quadris estreitos. Principalmente se tratando de uma pergunta sobre a puberdade, adolescentes não estariam dentro do estereótipo, com os corpos ainda em fase de desenvolvimento.

Para a representação dos gêneros, em todas as questões desenvolvidas para o

jogo, foi considerado importante não excluir a experiências de pessoas transgêneras ou intersex, que muitas vezes se veem marginalizadas quando o assunto de educação sexual é tratado de forma binária (TERRA, 2017).

4 I CONCLUSÃO

O projeto do jogo digital Chega+ foi pensado não como solução individual para trazer acessibilidade ao tema de educação sexual, o jogo em si não deve substituir a ajuda que um profissional de saúde ginecologista ou urologista, pesquisador sexólogo ou educador sexual, pode oferecer. Com os temas e questões abordados no jogo, os jogadores iriam ter a oportunidade de se descobrir, validar suas experiências, e perceberem que precisam da ajuda de um profissional.

O desenvolvimento desse jogo serviu para mostrar não apenas como as lacunas na educação sexual são presentes na sociedade atual, como também para se considerar abordagens mais divertidas do assunto, além da consideração do porquê é um assunto tido como desconfortável.

Quando comparado aos jogos existentes na área analisados anteriormente nesse artigo e durante o desenvolvimento do protótipo, verifica-se que o Chega+ apresenta uma abordagem diferenciada, tanto em questões de game design e do desenvolvimento visual. O "*Period Game*", apesar do desenvolvimento visual similar ao Chega+, com ilustrações minimalistas e formas simples, tem como proposta abordar o tema de menstruação. O jogo "A Descoberta da Sexualidade", apresenta a abordagem de vários temas, mas é focado em crianças e adolescentes, e sua estética é mais infantilizada para condizer com esse público. Outro jogo, não mencionado anteriormente nesse artigo, mas que também aborda o tema de educação sexual é o Decidix, que consiste em uma simulação de conversas, focado também para adolescentes.

Ficou bastante claro durante o desenvolvimento visual de que os elementos visuais serviam tanto para guiar o progresso do jogo, quanto para normalizar o fato de que é um jogo sobre educação sexual. O visual com elementos de anatomia humana e outros elementos referentes ao assunto têm o objetivo de amenizar os estranhamentos que algumas pessoas possam ter com o assunto, o que poderia ter acontecido caso o estilo visual adotado tivesse sido um mais realista. Além disso, a iconografia do jogo e os seus outros elementos visuais em momento nenhum tem a intenção de sexualizar, abordagem que muitas vezes também aliena o público das informações confiáveis sobre educação sexual (SARAIVA, 2018).

Em conclusão, considera-se que a proposta visual desenvolvida para o jogo foi satisfatória. Foi percebido desde o início a importância do referencial teórico para o desenvolvimento do projeto, e a importância da representatividade, e esses dois aspectos foram o que guiaram todo o processo criativo do visual do jogo Chega+.

Chega+ é um projeto de jogo digital, atualmente desenvolvido apenas como protótipo.

REFERÊNCIAS

F. Albert. "CHEGA + - **Desenvolvimento de Jogo Sério sobre Educação Sexual"**. IV Congresso Nacional de Educação, 2019.

J. Antunes, Z. Queiroz, I. Santos, J. Lima. **"Ciclo criativo de jogos colaborativos: um método para criação de jogos educativos"**. HOLOS, v. 2, p. 424-437, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. IBGE. **Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar**. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

H. Clark. **"My lesbian space rock show": representations of intersectional identities in Steven Universe**. 2017.

Estadão, **"Como os pais podem promover educação sexual da qualidade para seus filhos adolescentes?"**. 2018.

A. Inocêncio, M. Oliveira. **"Pedagogias queer em ação: personagens de desenhos, questões de gênero e noções de diferença**". Semina: Ciências Sociais e Humanas, v. 36, n. 2, p. 31-42, 2015.

J. Grübel, M. Rosecler, **"Jogos educativos,"** Renote, v. 4, n. 2, 2006.

J. McManus, **"Educação sexual para jovens: O que as escolas devem ensinar?"**. 2015.

K. Kapp. **"The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education".** San Francisco, John Wiley & Sons, 2012

M. Palmieri. **"Jogos cooperativos e a promoção da cooperação na educação infantil"**. Psicologia Escolar e Educacional, v. 19, n. 2, p. 243-252, 2015.

J. Piacenza**. "Superhero Movies Possess Staying Power With Viewers: But moviegoers say they want to see more diverse characters"**. 2018. Disponível em: morningconsult.com/2018/04/26/superhero-movies-possess-staying-power-with-viewers/. Acesso em: Outubro, 2018

Quantic Foundry. **"Local co-op is the most consistently appealing mode of social gaming across gender and age"**. 2016.

T. Santos. **"Um passeio pela Terra de OOO: A representação contemporânea das princesas de Adventure Time"**. 2017.

A. Saraiva**. "Por que temos que falar com a juventude sobre pornografia?"**. 2018. Disponível em: medium.com/qg-feminista/por-que-temos-que-falar-com-a-juventude-sobre-pornografia-19e3a6b75470. Acesso em: Setembro, 2018.

STATISTA. **“Superhero Movies: Statistics and Facts”**. 2018. Disponível em: statista.com/topics/4741/superhero-movies/. Acesso em: Outubro, 2018.

A. Terra. **“Toque, Olhe, Pense, Fale: Sem mais metáforas ou infantilizações para valar sobre vulvas e vagina”**. 2017.

UNESCO. **International Technical Guidance on Sexuality Educantion: An evidence-informed approach**. UNESCO: França, Paris. 2018

CAPÍTULO 10

ESTUDO DA TOPOLOGIA DO SISTEMA GEOLOCAL: UM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO INDEPENDENTE DE GNSS

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão: 26/02/2021

Leticia Gatti Friolani
Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/5993666247245787

Francisco Alberto Gori Fuller
Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/1805506141930441

Sergio Vicente Denser Pamboukian
Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/4714240398706670

RESUMO: O Geolocal é um sistema de navegação brasileiro independente de GNSS (*Global Navigation Satellite System*) que consiste em, no mínimo, 4 bases no solo e uma repetidora no espaço sustentada por uma plataforma. A disposição desses componentes influencia a confiabilidade e acurácia dos dados fornecidos pelo sistema, sendo calculado o valor do PDOP (*Positioning Dilution Of Precision*) para avaliar se a topologia utilizada é favorável ou não. Este trabalho de Iniciação Científica teve como objetivo determinar as melhores geometrias de acordo com os menores coeficientes de PDOP, definir o local e a plataforma para a repetidora a ser utilizada nos testes em campo. Foram criados três softwares em MATLAB, para a obtenção dos resultados necessários. A partir da análise desses dados, foi possível identificar o comportamento do PDOP de acordo com a variação da posição da repetidora em um gráfico de superfície, determinar o espaçamento e raio de cobertura ideais para a altitude de cada plataforma e indicar, como possível experimento em campo, uma simulação no Campus Alphaville da Universidade Presbiteriana Mackenzie, na qual foi obtido um valor de PDOP de 1,99 com 5 bases distribuídas na forma aproximada de um quadrado e uma das bases no centro, perpendicular à repetidora, sendo utilizado como plataforma um drone à altitude de 108m do solo.
PALAVRAS-CHAVE: Geolocal. Sistema de Navegação. PDOP (*Positioning Dilution of Precision*).

A TOPOLOGY STUDY OF GEOLOCAL SYSTEM: AN GNSS INDEPENDENT NAVIGATION SYSTEM

ABSTRACT: Geolocal is a Brazilian navigation system independent of GNSS (Global Navigation Satellite System) that consists in at least 4 bases on the ground and a repeater in space supported by a platform. The arrangement of these components influences the reliability and accuracy of the data provided by the system, making it important to calculate the PDOP value (Positioning Dilution Of Precision) to assess whether the topology used is favorable or not. This Scientific Initiation work aimed to determine the best geometries according to the lowest PDOP coefficients, to define the location and the platform for the repeater to be used in the field tests. To obtain the results, three softwares in

MATLAB was created, and from the analysis of these data, it was possible to identify the PDOP behavior according to the variation of the repeater position on a surface graph, determine the ideal spacing and coverage radius for the altitude of each platform and indicate, as a possible field experiment, a simulation at the Alphaville Campus of Universidade Presbiteriana Mackenzie, in which a PDOP value of 1.99 was obtained with 5 bases distributed in the approximate shape of a square and one of the bases in the center, perpendicular to the repeater, being used as a platform a drone at an altitude of 108m from the ground.
KEYWORDS: Geolocal. Navigation System. PDOP (Positioning Dilution of Precision).

1 I INTRODUÇÃO

A importância de um sistema de georreferenciamento para um país não está só na localização precisa de um alvo no espaço, mas em estratégias políticas, econômicas e em serviços essenciais à população. Algumas aplicações que podem ser destacadas são: sincronismo de relógios, navegação de aeronaves e balões, rastreamento de mísseis e bombas inteligentes e determinação da órbita de satélites (KAUFMANN et al, 2014).

O princípio dos sistemas de navegação por satélite, não levando em conta atrasos na transmissão do sinal de rádio e demais fatores que influenciam a precisão do sistema, é a localização de um alvo através da posição conhecida de pelo menos 3 satélites e suas distâncias até o alvo e a acurácia dos dados fornecidos é determinada pelo PDOP (*Positioning Dilution of Precision*).

Atualmente, o sistema de navegação mais conhecido é o *Global Positioning System* (GPS), dos Estados Unidos da América. Sem a garantia de sua continuidade ou gratuidade, outros países tiveram a iniciativa de desenvolver sistemas próprios, alguns deles são: o GLONASS russo, o Galileo europeu, BeiDou chinês e o QZSS japonês.

Visando essa independência, está em desenvolvimento no Brasil, na Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie com integração a outras instituições, o sistema Geolocal, um sistema de georreferenciamento independente de GNSS (*Global Navigation Satellite System*) de cobertura local. O sistema consiste em um “GPS invertido”, como ilustrado na Figura 1, formado por, no mínimo, 4 bases A, B, C, D e 1 alvo P no solo e 1 repetidora R no espaço, acoplada em uma plataforma que pode ser um drone, balão estratosférico, avião ou até satélite.

O principal objetivo do Geolocal é ser utilizado como um backup para sistemas GNSS, além disso, um sistema de navegação brasileiro garante a continuidade do sinal e assegura sua utilização em aplicações como navegação, defesa e telecomunicações, de extrema importância para a soberania do país (PAMBOUKIAN, 2018).

O sistema foi proposto pelo Prof. Dr. Pierre Kaufmann e teve seus estudos iniciados em 1997 na Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie. O Geolocal já conta com 3 patentes (KAUFMANN, 1997; KAUFMANN, 2003; KAUFMANN; KAUFMANN, 2012) reconhecidas em diversos países e um registro de software (PAMBOUKIAN, 2012).

O sistema é considerado inédito por ter suas estações principais em posições fixas no solo, o que facilita sua manutenção e a torna menos dispendiosa, além de aumentar a acurácia no posicionamento (PAMBOUKIAN, 2018).

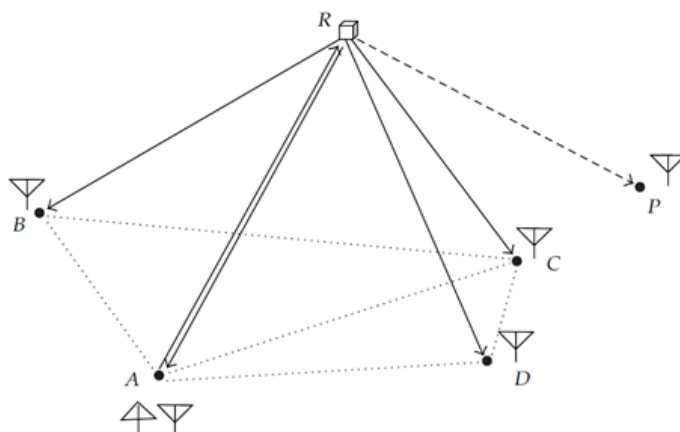



Figura 1 – Representação gráfica do Sistema Geolocal com as 4 bases A, B, C e D fixas no solo, uma repetidora R no espaço e um alvo P em terra

Fonte: Kaufmann, Kaufmann, Pamboukian e Moraes (2012)

O projeto atual está dividido em 4 fases: A Fase 1, consiste nos estudos e desenvolvimento dos protótipos necessários que serão utilizados na Fase 2, quando serão feitos os experimentos em campo. Na Fase 3, os testes serão voltados à navegação da repetidora e a Fase 4 tratará da determinação da posição de alvos no solo.

O modelo mínimo é composto por 4 bases fixas no solo, 1 repetidora no espaço e 1 alvo em terra (conforme a Figura 1), que devem estar sincronizados no tempo. As posições das bases (A, B, C e D) são conhecidas, porém, as posições da repetidora (R) e do alvo (P) não são, dessa forma, a base de controle, por exemplo, a base A, envia um sinal à repetidora e essa o retransmite às bases, inclusive à base de controle, e ao alvo. Determinados os intervalos de tempo que o sinal leva para chegar em cada base, são calculadas as distâncias entre cada base e a repetidora que tem sua posição encontrada por trilateração. A posição do alvo é determinada por diferentes medições de tempo em diferentes posições da repetidora ou através de 4 repetidoras.

A acurácia do sistema depende de sua geometria e das medidas de tempo, de forma que o menor atraso do sinal pode resultar em uma imprecisão de metros. Para isso, a velocidade da propagação do sinal, os atrasos provenientes dos instrumentos, cabos e conectores utilizados no hardware dos equipamentos tanto na recepção do sinal, quanto em sua transmissão, ou seja, as incertezas do sistema, devem ser calculadas e consideradas

nos algoritmos utilizados (KAUFMANN et al, 2012).

Uma das incertezas é gerada pela topologia do sistema, ou seja, pela distribuição das bases e posições da repetidora e do alvo é o PDOP (*Position Dilution of Precision). R*esultado da combinação do HDOP (*Horizontal Dilution of Precision*) e do VDOP (*Vertical Dilution of Precision*), o PDOP nos possibilita avaliar a acurácia dos dados gerados, sendo utilizado para determinar o desvio padrão do erro cometido na determinação da posição da repetidora. Este desvio padrão pode ser obtido multiplicando-se o valor do PDOP pelo desvio padrão do erro das medidas de distâncias entre cada base e a repetidora (LANGLEY, 1999). Dessa forma, quanto menor o valor do PDOP maior a acurácia dos dados, sendo ideal um PDOP de valor igual a 1. Para as aplicações desejadas são considerados aceitáveis os valores até 4.

O cálculo a seguir, ilustrado por Dana (1996), emprega o sistema de coordenadas ECEF (*Earth Centered, Earth Fixed*) e considera modelos com 4 bases (A, B, C e D) e 1 repetidora (R), que é o caso do Sistema Geolocal. Os dados de entrada são as coordenadas x, y e z das bases (Ax, Ay, Az, Bx, By, Bz, Cx, Cy, Cz, Dx, Dy e Dz) e as coordenadas da repetidora (Rx, Ry, Rz). As distâncias entre as bases e a repetidora (AR, BR, CR e DR) podem ser determinadas utilizando o conjunto de Equações 1.

$$\begin{aligned} AR &= \sqrt{(Ax-Rx)^2+(Ay-Ry)^2+(Az-Rz)^2} \\ BR &= \sqrt{(Bx-Rx)^2+(By-Ry)^2+(Bz-Rz)^2} \\ CR &= \sqrt{(Cx-Rx)^2+(Cy-Ry)^2+(Cz-Rz)^2} \\ DR &= \sqrt{(Dx-Rx)^2+(Dy-Ry)^2+(Dz-Rz)^2} \end{aligned} \qquad (1)$$

Após a determinação das distâncias os valores são empregados na matriz A, Equação 2. Suas 3 primeiras colunas correspondem às componentes x, y e z do versor das distâncias entre cada base e a repetidora, e a última coluna é utilizada para o cálculo do fator de diluição de tempo.

$$A = \begin{bmatrix} \frac{Ax-Rx}{AR} & \frac{Ay-Ry}{AR} & \frac{Az-Rz}{AR} & -1 \\ \frac{Bx-Rx}{BR} & \frac{By-Ry}{BR} & \frac{Bz-Rz}{BR} & -1 \\ \frac{Cx-Rx}{CR} & \frac{Cy-Ry}{CR} & \frac{Cz-Rz}{CR} & -1 \\ \frac{Dx-Rx}{DR} & \frac{Dy-Ry}{DR} & \frac{Dz-Rz}{DR} & -1 \end{bmatrix} \qquad (2)$$

O próximo passo é o cálculo da matriz P, Equação 3.

$$P = (A^t \cdot A)^{-1} \qquad (3)$$

Para o cálculo de P, o determinante de At·A não pode ser nulo. Se o resultado for nulo, é necessário alterar um dos elementos da matriz adicionando um número desprezível

a ele para que o determinante não resulte em zero.

Finalmente, o valor do PDOP é determinado utilizando 3 elementos da matriz P, como mostra a Equação 4.

$$PDOP = \sqrt{P_{0,0} + P_{1,1} + P_{2,2}} \quad (4)$$

No caso de o modelo apresentar mais de 4 bases, são acrescentadas novas linhas à matriz A, com o mesmo padrão (MACHO, 2018).

Através da análise dos valores de PDOP pode-se determinar a melhor distribuição de bases e a posição da repetidora, por sua vez, a escolha da repetidora dependerá da altitude necessária e das normas que regem o uso do espaço aéreo.

Para a fase inicial de testes foi cogitado o uso de um drone como plataforma. Drones são RPAS (*Remotely Piloted Aircraft Systems*), portanto são aeronaves não tripuladas controladas remotamente por uma interface, como controle remoto, computador, telefone móvel e outros (MARINHO, 2015).

Os drones são divididos em classes de acordo com seu peso máximo de decolagem. Pertencem à Classe 1 drones com peso máximo de decolagem acima de 150Kg, esses devem ser submetidos à um processo de certificação, registrados no Registro Aeronáutico Brasileiro e identificados com sua nacionalidade e matrícula. Na Classe 2 estão os drones com peso máximo de decolagem acima de 25Kg e abaixo ou igual a 150 Kg, que necessitam aprovação de projeto e que também devem ser registrados no Registro Aeronáutico Brasileiro e identificados com sua nacionalidade e matrícula. Por último, a Classe 3 é composta por drones com peso máximo de decolagem abaixo ou igual a 25Kg, que, se operados além da linha de visada visual (BVLOS - *Beyond Visual Line-Of-Sight*) ou acima de 400 pés (aproximadamente 120m), deverão ter um projeto aprovado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e registrados e identificados como os drones das Classes 1 e 2. Caso operem em altitude igual ou inferior a 400 pés acima da linha do solo e em linha de visada visual (VLOS - *Visual Line-Of-Sight*), não precisarão de projeto autorizado, somente precisarão ser cadastrados na ANAC por meio do Sistema de Aeronaves não Tripuladas (SISANT). Ainda na classe 3, drones com até 250g não precisam ser cadastrados (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2017).

Além dos drones, outra plataforma que poderá ser utilizada nos testes é o balão estratosférico (balão cativo), sendo proibida a operação de balões a menos de 500 pés abaixo da base de qualquer nuvem, a mais de 500 pés acima da superfície da Terra, no caso de a visibilidade horizontal ser menor que 4.500 metros ou a uma distância que comprometa a operação de qualquer aeródromo. Exceção ocorre quando a operação ocorrer abaixo do topo de uma estrutura cuja distância até o balão não seja superior a 75m (operação protegida). Operação executada a mais de 150 pés acima da superfície da Terra deve ser notificada ao Serviço Regional de Aviação Civil (SERAC) com jurisdição sobre a área (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 1994).

O uso de aviões comerciais como plataforma para a repetidora também é cogitado, porém, os voos serão independentes do sistema Geolocal e seguirão suas rotas sem alterações. Dessa forma, já estarão de acordo com as normas do uso do espaço aéreo, sendo necessário somente tratar com as empresas de aviação sobre acoplar a repetidora às aeronaves.

Por sua vez, os satélites artificiais são dispositivos construídos e projetados para operar na órbita terrestre para a realização de missões, sejam elas monitoramento, telecomunicação, navegação, estudos científicos, entre outros. A partir da missão que deve ser desempenhada, são determinados seu tempo de vida, tipo de órbita, funcionalidade, tamanho, e demais características (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2018). O sistema Geolocal poderá fazer uso de CubeSats, Nanosatélites, em órbitas terrestres baixas, como já considerado em um estudo anterior gerando resultados animadores através de simulações computacionais (PAMBOUKIAN et al, 2016).

Tem-se como objetivo deste trabalho, contido na Fase 1 do projeto, realizar os estudos necessários para definir os locais, a distribuição das bases, a altitude da repetidora e sua possível plataforma, de modo que sejam obtidas as melhores combinações e geometrias, viabilizando a fase de testes.

2 | METODOLOGIA

Os estudos foram iniciados com simulações com 4 bases e 1 repetidora, cujas coordenadas, Longitude, Latitude e Altitude (LLA), foram obtidas através do software de geoprocessamento QuantumGIS (QGIS) da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Esses dados foram utilizados para calcular o PDOP da simulação através de um código em linguagem de programação MATLAB, da MathWorks.

Com o intuito de automatizar as simulações e facilitar a análise dos dados obtidos, foi criado um software que varia apenas a posição da repetidora dentro de uma região pré-estabelecida e calcula o valor do PDOP para cada posição, apresentando o valor mínimo encontrado e gerando um gráfico de superfície no qual pode-se identificar a área de voo aproveitável, ou seja, a região em que a repetidora deverá permanecer para que os valores de PDOP sejam iguais ou menores que 4. O código foi criado para simulações com 4 bases, mas é facilmente modificado para simulações com uma maior quantidade de bases.

Os dados de entrada são as coordenadas das 4 bases fixas e das Longitudes, Latitudes e Altitudes mínimas e máximas, que delimitam a região da simulação. As coordenadas são obtidas através do QGIS, em LLA, no sistema de referência de coordenadas WGS 84 (EPSG: 4326) e convertidas para o sistema ECEF para o cálculo do PDOP e dos ângulos de visada entre as bases e a repetidora durante a execução do algoritmo.

A posição da repetidora é variada através de 3 laços de repetição, um para cada eixo ordenado, a fim de que se possa analisar todas as posições possíveis considerando

um passo pré-estipulado (Δx para longitude, Δy para latitude e Δz para altitude). Para cada posição da repetidora, o software calcula o PDOP e o ângulo de elevação entre as bases, fazendo um teste para que os ângulos não sejam menores que 15º e o PDOP seja o menor para cada vertical de coordenadas (x, y). As posições da repetidora e seus valores de PDOP são gravados em 4 matrizes (Latitude, Longitude, Altitude e PDOP) para que esses dados possam ser utilizados na plotagem do gráfico de superfície. O software ainda realiza uma comparação para identificar o menor valor de PDOP da região de estudo e a respectiva posição da repetidora.

Os resultados são apresentados na forma de uma lista com os valores de PDOP aceitáveis, as respectivas posições da repetidora, os ângulos de visada (em graus) e o menor valor de PDOP encontrado na simulação.

Por último, o software constrói um gráfico de superfície com a utilização das 4 matrizes ditas anteriormente. Em seus eixos x, y e z estão a Longitude, Latitude e Altitude, respectivamente, sendo o valor do PDOP da coordenada representado por uma escala de cores. O algoritmo simplificado desse software pode ser visto no Algoritmo 1.

A partir do Algoritmo 1, foi possível determinar a melhor posição da repetidora e sua área de voo aproveitável para uma determinada distribuição de bases. Para filtrar ainda mais os dados e poder definir a melhor distribuição de bases foi necessário a criação de outro software que testasse todas as combinações de bases para cobrir uma área diretamente relacionada com a altitude da repetidora (Algoritmo 2).

```
Início
  Obter as coordenadas das bases e limites da região de estudo (LLA)
  Converter as coordenadas para ECEF
  PMIN = 10000000 {Atribuir um valor inicial alto à variável PMIN (PDOP mínimo)}
  Para Latitude (x) variando da mínima até a máxima com passo especificado
    Para Longitude (y) variando da mínima até a máxima com passo especificado
      P1 = 10000000 {Atribuir um valor inicial alto à variável P1 (PDOP mínimo em (x,y))
      Para Altitude (z) variando da mínima até a máxima com passo especificado
        Re = [x, y, z] {Posição da repetidora a ser analisada nesta iteração}
        Converter as coordenadas de Re para ECEF
        Calcular o PDOP (P)
        Calcular ângulos de visada entre cada base e a repetidora (ERA, ERB, ERC, ERD)
        Se (os ângulos forem maiores ou iguais a 15°
            e o valor do PDOP (P) for menor do que o anterior (P1))
          Atribuir valor do PDOP (P) à P1 {Armazenar o novo PDOP mínimo para (x,y)}
          ERA1=ERA; ERB1=ERB; ERC1=ERC e ERD1=ERD {Armazenar ângulos do menor PDOP}
          z1 = z {Armazenar altitude do menor PDOP}
        Fim-se
        Se (P1 < PMIN)
          {Armazenar dados referentes ao PDOP mínimo da região estudada}
          PMIN = P1 {Atualizar PDOP mínimo da região estudada}
          R2 = [x, y, z1] {Armazenar posição da repetidora}
          ERA2 = ERA1; ERB2 = ERB1; ERC2 = ERC1 e ERD2 = ERD1 {Armazenar ângulos}
        Fim-se
        Armazenar as coordenadas de Re nas matrizes Latitude, Longitude e Altitude
        Armazenar P1 na matriz PDOP
        Se (P1 < 4)
          R1 = [x, y, z1];
          Mostrar R1, P1, ERA1, ERB1, ERC1 e ERD1 {Mostrar informações da posição (x,y)}
        Fim-se
      Fim-para
    Fim-para
  Fim-para
  Mostrar R2, PMIN, ERA2, ERB2, ERC2 e ERD2 {Mostrar informações da área analisada}
  Mostrar o gráfico de superfície gerado pelas matrizes Latitude, Longitude, Altitude
  e PDOP
Fim
```

Algoritmo 1 – Região de voo da repetidora de acordo com o valor do PDOP

Fonte: Elaborado pelos autores

```
Início
  Obter as coordenadas da repetidora (em metros)
  Obter os espaçamentos inicial e final entre bases (em metros)
  Para espaçamento variando do mínimo até o máximo com o passo especificado
    Calcular o raio de cobertura
    Calcular o número de bases (n)
    Calcular as coordenadas das bases e atribuir um número para cada uma
    Para c variando de 4 a n com passo 1
      Combinar as bases de c em c
      Calcular a quantidade de combinações geradas (t)
      P1 = 10000000 {Atribuir um valor inicial à variável P1 (PDOP) para comparação}
      Para j variando de 1 até t com passo 1
        Calcular o PDOP (P)
        Criar o vetor vb com a lista de bases usadas na combinação atual
        Se (P < P1) {se o PDOP atual é menor que o mínimo, ele passa a ser o mínimo}
          P1 = P {PDOP mínimo}
          j1 = j {Combinação que gerou PDOP mínimo}
          vb1 = vb {Bases usadas na combinação que gerou PDOP mínimo}
        Fim-se
      Fim-para
      Exibir espaçamento, c, vb1 e P1
    Fim-para
  Fim-para
Fim
```

Algoritmo 2 – PDOP e distribuição das bases de acordo com o espaçamento

Fonte: Elaborado pelos autores

No Algoritmo 2, os dados de entrada são a posição da repetidora e os espaçamentos mínimo e máximo para a simulação. O raio de cobertura é definido pela altitude da repetidora e pelo ângulo de visada de 15º entre a repetidora e as bases.

As bases são distribuídas dentro da área determinada pelo raio de cobertura de acordo com um espaçamento que é variado por um laço de repetição em um intervalo e passo pré-definidos. As bases são distribuídas seguindo uma numeração no sentido da esquerda para a direita e de baixo para cima e de forma que a base central seja disposta perpendicularmente à posição fixa da repetidora, já que os menores valores de PDOP são encontrados nas situações em que a repetidora está próxima à perpendicular de uma das bases (FRIOLANI et al, 2019). As coordenadas dessas bases são gravadas em uma matriz e, após a determinação da quantidade total de bases, “n”, elas são combinadas de “c” em “c”, com “c” iniciando em 4 até seu número total, ou seja, se o valor total de bases for igual a 21, teremos todas as combinações das 21 bases de 4 em 4 bases, de 5 em 5 bases, e assim por diante até a quantidade total, no caso, 21 bases.

O software seleciona a combinação que resultou em um menor valor de PDOP para cada espaçamento, sendo retornados o número que identifica cada base da simulação e o valor do PDOP. A partir desses dados é possível identificar, segundo a quantidade de bases, a melhor geometria para a disposição das bases no solo.

A simulação do Algoritmo 2 apresenta a melhor situação, mas não leva em conta que a plataforma da repetidora pode estar em movimento, variando sua posição. Um espaçamento não pode ser considerado ideal apenas por apresentar um bom PDOP no melhor caso, com a repetidora situada perpendicularmente à uma das bases, mas deve resultar em um valor de PDOP aceitável também no caso crítico, em que a repetidora se encontra no ponto mais afastado da perpendicular de qualquer base.

```
Início
  Obter as coordenadas iniciais da repetidora (x inicial, y inicial e altitude,
  em metros)
  Obter a distância entre bases (espaçamento, em metros)
  Calcular o raio de cobertura
  Calcular o número de bases (n)
  Calcular as coordenadas das bases e atribuir um número para cada uma
  Para x variando de x inicial até espaçamento/2 com passo espaçamento/10
    Para y variando de y inicial até espaçamento/2 com passo espaçamento/10
      Para c variando de 4 a n com passo 1
        Combinar as bases de c em c
        Calcular a quantidade de combinações geradas (t)
        P1 = 10000000 {Atribuir um valor inicial à variável P1 (PDOP) para comparação}
        Para j variando de 1 até t com passo 1
          Calcular o PDOP (P)
          Criar o vetor vb com a lista de bases usadas na combinação atual
          Se (P < P1) {se o PDOP atual é menor que o mínimo, ele passa a ser o mínimo}
            P1 = P {PDOP mínimo}
            j1 = j {Combinação que gerou PDOP mínimo}
            vb1 = vb {Bases usadas na combinação que gerou PDOP mínimo}
          Fim-se
        Fim-para
        Exibir espaçamento, posição da repetidora, c, vb1 e P1
      Fim-para
    Fim-para
  Fim-para
Fim
```

Algoritmo 3 – PDOP e distribuição das bases de acordo com a variação da posição da repetidora

Fonte: Elaborado pelos autores

Por este motivo, o Algoritmo 3 faz a o cálculo do PDOP e a seleção da melhor combinação, como no Algoritmo 2, porém, o espaçamento é fixo e o que varia é a posição da repetidora. Para o cálculo do raio de cobertura e disposição das bases, adota-se uma posição inicial da repetidora e, após essa etapa, suas coordenadas variam ao longo dos eixos x e y em um passo de espaçamento/10, mantendo a altitude constante, de acordo com a Figura 3 (retângulo cinza claro).

Como resultado tem-se o valor do PDOP referente à cada posição da repetidora e as bases da melhor combinação selecionada pelo software.

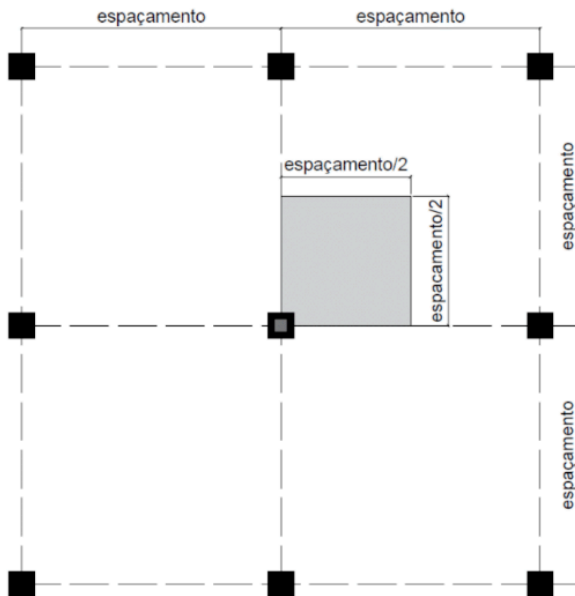



Figura 3 – Variação da posição da repetidora em uma quadrícula

Fonte: Elaborado pelos autores

3 I RESULTADO E DISCUSSÃO

Na simulação com o Algoritmo 2, os dados empregados foram a altitude da repetidora de 120 metros, os espaçamentos mínimo e máximo de 150m e 400m, respectivamente e o passo de 25m. Como resultado, para todos os espaçamentos e quantidades de bases simuladas, o PDOP das disposições das bases selecionadas foram aceitáveis, não maiores que 4, Tabela 1.

Espaçamento (m)	Quantidade total de bases	PDOP para 4 bases	PDOP para 5 bases	PDOP para o total de bases
150	25	2.12	1.85	1.30
175	21	2.06	1.90	1.39
200	21	1.98	1.83	1.37
225	9	2.37	2.03	1.87
250	9	2.27	1.96	1.81
275	9	2.19	1.90	1.75
300	9	2.13	1.85	1.70
325	5	2.40	2.02	2.02
350	5	2.35	1.96	1.96

375	5	2.30	1.92	1.92
400	5	2.27	1.88	1.88

Tabela 1 – PDOP de cada espaçamento entre as bases para repetidora a 120m de altitude

Fonte: Elaborado pelos autores

Utilizando os mesmos espaçamentos e combinações da simulação anterior, no Algoritmo 3, as coordenadas iniciais da repetidora, foram (0, 0,120), em metros, variando sua posição até (espaçamento/2, espaçamento/2, 120), que seria o pior caso, tendo como passo o espaçamento/10 nos eixos x e y, mantendo uma altitude constante.

O maior espaçamento para a altitude de 120m para um PDOP aceitável na posição crítica da repetidora e com a menor quantidade de bases, 4 bases, foi 225m, com o PDOP igual a 3,97, porém, por ser muito próximo a 4, o melhor espaçamento escolhido foi o de 200m, que resultou em um PDOP máximo de 2,89, como mostra a Tabela 2. Sendo assim, para o espaçamento de 200m e altitude de 120m tem-se um raio de cobertura de 447,85m, resultando em um PDOP de 1,98, para 4 bases, 1,83 para 5 bases e 1,37 para o total de 21 bases.

	Melhores valores de PDOP na simulação			**Piores valores de PDOP na simulação**		
Espaça-mento (m)	**Quantidade de bases**	**Posição da repetidora**	**PDOP**	**Quantidade de bases**	**Posição da repetidora**	**PDOP**
150	25	(0, 0, 120)	1.30	4	(75, 75, 120)	2.50
175	21	(0, 0, 120)	1,39	4	(87.5, 87.5, 120)	2.83
200	21	(0, 0, 120)	1.37	4	(100, 100, 120)	2.89
225	9	(0, 0, 120)	1.89	4	(112.5, 112.5, 120)	3.97
250	9	(0, 0, 120)	1.81	4	(125, 125, 120)	4.10
275	9	(0, 0, 120)	1.75	4	(137.5, 137.5, 120)	4.26
300	9	(0, 0, 120)	1.70	4	(150, 150, 120)	4.44
325	5	(0, 0, 120)	2.02	4	(162.5, 163.5, 120)	5.85
350	5	(0, 0, 120)	1.96	4	(175, 175, 120)	6.04
375	5	(0, 0, 120)	1.92	4	(187.5, 187.5, 120)	6.23
400	5	(0, 0, 120)	1.88	4	(200, 200, 120)	6.45

Tabela 2 – Melhores e piores valores de PDOP para cada espaçamento com a repetidora a 120m de altitude

Fonte: Elaborado pelos autores

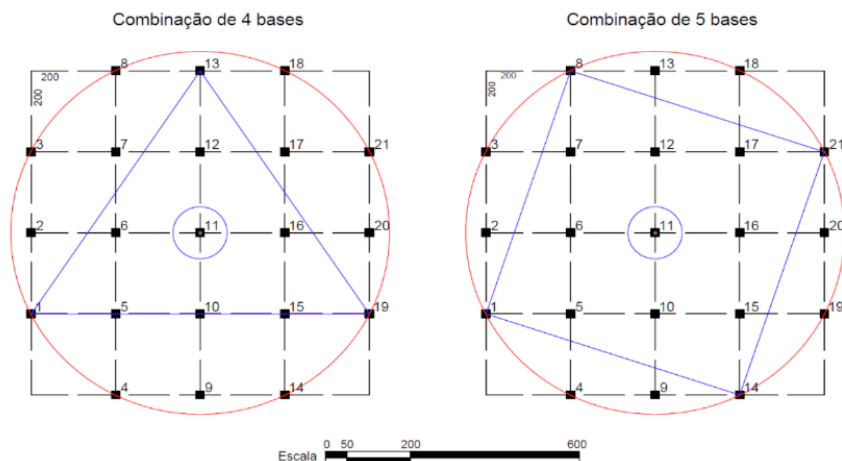



Figura 4 – Combinação de 4 e 5 bases e área de cobertura (escala em metros)

Fonte: Elaborado pelos autores

Ainda considerando a altitude de 120m e o espaçamento de 200m podemos analisar a combinação de bases selecionada pelo software. Tem-se na Figura 4 a disposição ideal para 4 e 5 bases destacada em azul e a área de cobertura delimitada pelo círculo em vermelho.

Como em estudos anteriores, ressalta-se que, para 4 bases, a melhor disposição seria feita em forma de triângulo equilátero com uma das bases no centro e a repetidora na perpendicular dessa base central, já que o software selecionou as bases 1, 11, 13 e 19; para 5 bases, a melhor configuração é um quadrado com uma base no meio, sendo selecionado as bases 1, 8, 11, 14 e 21, mantendo a posição da repetidora também na perpendicular da base central.

Dada a proporcionalidade do sistema (PAMBOUKIAN, 2020), os espaçamentos ideais e raios de cobertura para as demais plataformas estão listadas na Tabela 3.

Plataforma da repetidora	Altitude (m)	Espaçamento (m)	Raio de cobertura (m)
Drone ou RPA	120,00	200,00	447,85
Balão cativo	500,00	833,33	1.866,03
CubeSat	600.000,00	1.000.000,00	2.239.230,48
Satélite	20.000.000,00	-	Superior ao raio do planeta
Satélite Geoestacionário	36.000.000,00	-	Superior ao raio do planeta

Tabela 3 – Espaçamento e altitude ideais para cada plataforma da repetidora

Fonte: Elaborado pelos autores

Ressalta-se que, a partir de uma altitude de, aproximadamente, 2Km, deve ser levado em conta a curvatura da Terra, além de outros fatores, necessitando cálculos mais específicos, o que faz com que os valores a partir da altitude de CubeSats sejam meras estimativas.

O Algoritmo 1 foi aplicado a um estudo de caso no Campus Alphaville da Universidade Presbiteriana Mackenzie, com o objetivo de determinar as posições de cada componente do sistema e validar o local para os testes de campo. As bases foram distribuídas a partir da geometria ideal para 5 bases e suas coordenadas estão apresentadas na Tabela 4.

Bases	Coordenadas
A	[-23.48132, -46.83129, 790]
B	[-23.48371, -46.82661, 815]
C	[-23.48579, -46.83397, 760]
D	[-23.48818, -46.82933, 767]
E	[-23.48475, -46.83031, 792]

Tabela 4 – Coordenadas das bases

Fonte: Elaborado pelos autores

Na Figura 5 observa-se a disposição das bases e a região de estudo, correspondente ao retângulo branco de latitudes -23.48980 e -23.47946 e longitudes -46.83791 e -46.82322, com altitudes entre 763m e 2000m.

Figura 5 – Simulação no Campus Alphaville: área de estudo e distribuição das bases

Fonte: Elaborado pelos autores

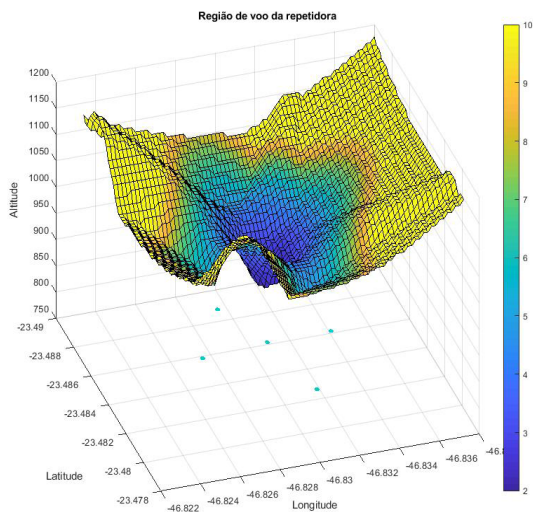



Figura 6 – Gráfico de superfície da região de voo da repetidora

Fonte: Elaborado pelos autores

A simulação resultou em um PDOP mínimo de 1,99 com a repetidora na posição (-23.48, -46.83, 923.00). O gráfico de superfície gerado (Figura 6) apresenta, em azul escuro, as regiões de voo da repetidora que apresentam menores valores de PDOP, também pode-se observar que como esperado, a melhor posição da repetidora foi praticamente na perpendicular da Base E.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que, com a utilização dos softwares desenvolvidos, foi possível determinar as melhores geometrias para um dado número de bases, a partir da altura da repetidora, e analisar a região de voo aproveitável para a plataforma, de modo que apenas sejam gerados valores aceitáveis de PDOP.

Quanto ao estudo de caso do Campus Alphaville da Universidade Presbiteriana Mackenzie, é valido ressaltar que, o valor do PDOP não foi o mesmo obtido na simulação do algoritmo 2 para 5 bases devido às irregularidades da geometria, como a ausência de equidistância e a diferença de altitude entre as bases.

Ainda sobre o estudo de caso, para a altitude da repetidora de 108m, em relação à altitude da base mais alta, a plataforma indicada é o drone ou RPA, cuja altura máxima é de 120m a partir do ponto de decolagem. A topologia apresentada resulta em um PDOP de 1,99, aceitável às aplicações do sistema.

AGRADECIMENTOS

A autora Leticia recebeu bolsa de Iniciação Científica do CNPq referente ao projeto “Estudo da Topologia do Sistema Geolocal: Um Sistema de Navegação Brasileiro Independente de GNSS”.

O projeto de pesquisa “Implementação das funções básicas do Geolocal: um sistema de navegação brasileiro independente de GNSS”, coordenado pelo Prof. Pamboukian, teve auxílio à pesquisa do Fundo Mackenzie de Pesquisa (MackPesquisa) sob número MACK-0000684.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB). **Satélites**. abr. 2018. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/programa-espacial-brasileiro/satelites/>. Acesso em: 21 mar. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regras da ANAC para uso de drones entram em vigor**, Brasília, maio 2017. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/noticias/2017/regras-da-anac-para-uso-de-drones-entram-em-vigor/release_drone.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) nº 101, Portaria nº 626 /DGAC, de 19 de dezembro de 1994. Disponível em:<https://www.apolo11.com/lab/balao_legislacao.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2019.

DANA P. **Global Positioning System Overview: GDOP computation example**. 1996. Disponível em: <https://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gif/gdop.gif>. Acesso em: 11 jun. 2018.

FRIOLANI, L.G.; FULLER, F.A.G.; PAMBOUKIAN; S.V.D. **Análise gráfica do PDOP no sistema Geolocal**. BTSym19 - Brazilian Technology Symposium. Campinas, 2019.

KAUFMANN, P. **Sistema e processo de posicionamento geográfico e espacial**. Patente de Invenção PI 03003968-4, depositada 08 out. 2003. Correspondente à Geographic and space positioning system and process. International Patent Cooperation Treaty PCT/BR2004/000190, depositada 04 out. 2004.

KAUFMANN, P. **Sistema e processo de posicionamento geográfico e navegação**. Brasil, Patente de Invenção PI-9101270-8, 1997.

KAUFMANN, P.; KAUFMANN, P. L.; PAMBOUKIAN, S. V. D., MORAES, R. V. **Signal Transceiver Transit Times and Propagation Delay Corrections for Ranging and Georeferencing Applications**. Hindawi Publishing Corporation. 2012. Disponível em: <https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1-mackenzie/universidade/laboratorios/labgeo/2018/Geolocal/2._Signal_Transceiver_Transit_Times_and_Propagation_Delay_Corrections_for_Ranging_and_Georeferencing_Applications.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2019.

KAUFMANN, P.; KAUFMANN, P. L.; PAMBOUKIAN, S. V. D., MORAES, R. V. **A New Independent GPS-Free System for Geo-Referencing from Space. Scientific Research Publishing**. 2014. Disponível em: <https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/user_upload/_imported/fileadmin/LABGEO/Trabalhos/Pierre/3._A_New_Independent_GPS-Free_System_for_Geo-Referencing_from_Space.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2019.

KAUFMANN, P.; KAUFMANN, P.L. **Process and System to Determine Temporal Changes in Retransmission and Propagation of Signals Used to Measure Distances, Synchronize Actuators and Georeference Applications**. Patent of Invention PI03003968-4, Filed in Brazil on 19 March 2012, International PCT, Application Filed on 17 April 2012.

LANGLEY, R. D. **Dilution of Precision**. GPS WORLD. 1999.

MACHO, E. P. **Implantação de um Sistema Brasileiro de Georreferenciamento Independente de Outros Sistemas de Navegação por Satélite: O Geolocal**. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Aplicações Geoespaciais da Universidade Presbiteriana Mackenzie. 2018. Disponível em: <https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/user_upload/_imported/fileadmin/LABGEO/Trabalhos/2017/D_-_IMPLANTACAO_DE_UM_SISTEMA_BRASILEIRO_DE_GEORREFERENCIAMENTO_INDEPENDENTE_DE_OUTROS_SISTEMAS_DE_NAVEGACAO_POR_SATELITE_-_O_GEOLOCAL.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2019.

MARINHO, D. **Voos de RPAS (drones). Entenda a nova legislação do DECEA!.** Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Nov. 2015. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=voos-de-rpas-drones-entenda-a-nova-legislacao-do-decea >. Acesso em: 08 mar. 2019.

PAMBOUKIAN, S. V. D. **Implementação das Funções Básicas do Geolocal: um Sistema de Navegação Brasileiro Independente de GNSS**. Proposta de Projeto de Pesquisa submetida ao MackPesquisa. Centro de Rádio Astronomia e Astrofísica Mackenzie – CRAAM e Laboratório de Geotecnologias – LABGEO. 2018.

PAMBOUKIAN, S. V. D. **Implementação das Funções Básicas do Geolocal: um Sistema de Navegação Brasileiro Independente de GNSS**. Relatório de Projeto de Pesquisa enviado ao MackPesquisa. Centro de Rádio Astronomia e Astrofísica Mackenzie – CRAAM e Laboratório de Geotecnologias – LABGEO. 2020.

PAMBOUKIAN, S. V. D. **Novo processo de georreferenciamento: determinação de posição de transponder remoto e aplicações no posicionamento de alvos e disseminação de tempos**. Software registrado no Brasil, INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, BR5120130006163, registro em 07/03/2012.

PAMBOUKIAN, S. V. D.; KAUFMANN, P.; MORAES, R. V.; KAUFMANN, P. L. **GNSS-Free Geo-Referencing System Using Multiple LEO Cube- Sat Formation**. In: IAA LATIN AMERICAN CUBESAT WORKSHOP, 2., 2016, Florianopolis. Disponível em: <https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1-mackenzie/universidade/laboratorios/labgeo/2018/Geolocal/7._GNSS-Free_Geo-Referencing_System_Using_Multiple_LEO_Cubesat_Formation.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2019.

CAPÍTULO 11

GRUPO DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE SOFTWARE: A INTEGRACAO DA ENGENHARIA DE SOFTWARE E DA USABILIDADE ORIENTADA PARA A EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO (UX)

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão: 08/03/2021

Daniela Gibertoni
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga
Taquaritinga – São Paulo
ORCID 0000-0002-8046-0968

RESUMO: Historicamente, a disciplina de Engenharia de Software (ES) possui perspectiva diferente de atuação da disciplina de Interação Humano-Computador (IHC). Contudo, o avanço tecnológico e as mudanças sociais dos últimos anos têm provocado os pesquisadores a repensar seus processos para o progresso da área e para o desenvolvimento de software de qualidade. Isto pode se dar pela integração dessas disciplinas com viés de atendimento as necessidades dos clientes/usuários. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo geral discutir e relatar como a integração das disciplinas de ES e IHC podem ser trabalhadas em um grupo de pesquisa ao desenvolver sistemas. Portanto, o método do relato de experiência é o que foi adotado neste trabalho e traz como uma dessas conclusões que o desenvolvimento de sistemas por meio de grupos de pesquisa pode contribuir sobremaneira para a formação dos profissionais dessa área bem como estimular a pesquisa aplicada.
PALAVRAS-CHAVE: Usabilidade. Interação Humano-Computador. Engenharia de Software. Experiência do Usuário. Grupos de Pesquisa.

SOFTWARE ENGINEERING RESEARCH GROUP: THE INTEGRATION OF THE SOFTWARE ENGINEERING AND OF THE USABILITY ORIENTED FOR USER EXPERIENCE (UX)

ABSTRACT: Historically, the discipline of Software Engineering (SE) has a different perspective of performance of the discipline of Human-Computer Interaction (HCI). However, technological advances and social changes in recent years have caused researchers to rethink their aspects for the progress of the area and for the development of quality software. This can be due to the integration of these disciplines with a view to meeting the needs of customers / users. In this context, this work has the general objective of discussing and reporting how the integration of the SE and HCI disciplines can be worked in a research group when developing systems. Therefore, the experience report method is the one adopted in this work and brings as one of these conclusions that the development of systems through research groups can contribute greatly to the training of professionals in this area as well as to stimulate applied research.
KEYWORDS: Usability. Human-Computer Interaction. Software Engineering. User Experience. Research Groups.

1 I INTRODUÇÃO

As fábricas de software estão a cada dia dando maior atenção às questões de tudo o que permeia e envolvem a usabilidade de seus produtos, dado que cada vez mais é atribuída

maior importância à usabilidade e com ela a experiência do usuário como atributos críticos de qualidade de software. A área de Engenharia de Software (ES) é voltada para as questões do desenvolvimento do produto com foco em suas funcionalidades e pela perspectiva do sistema, uma vez que Interação Humano-Computador (IHC) é uma disciplina que tem interesse no projeto, na implementação e na avaliação de sistemas computacionais interativos para uso humano (HEWETT et al, 1992) oferecendo técnicas voltadas para a produção do produto de software com alto grau de usabilidade, pela perspectiva do uso. Com isto, muitas vezes seu uso acaba por não ser integrado aos processos de desenvolvimento da ES.

O desafio de promover esta integração foi o que norteou esta pesquisa, porém no âmbito acadêmico, com o Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software – GPES - da Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga – SP (Fatec Taquartinga). Este grupo foi criado em 2011 com vistas ao desenvolvimento de pesquisa aplicada com a participação de alunos de graduação dos cursos de Análise e Desenvolvimento de Sistemas e Sistemas para Internet As linhas de pesquisa que compõe o GPES são Engenharia de Software e Interação Humano-Computador. Com isto, as pesquisas associadas às atividades de desenvolvimento sempre estiverem fortemente ligadas às teorias, aos métodos e as ferramentas da área de Engenharia de Software e também com as questões que envolvem a Experiência do Usuário, por meio dos estudos voltados em usabilidade pelas disciplinas de Interação Humano-Computador, Arquitetura da Informação, Fatores Humanos e Design de Interação.

Pelo exposto, este trabalho tem por objetivo geral discutir e relatar como a integração das disciplinas de ES e IHC podem ser trabalhadas em um grupo de pesquisa ao desenvolver sistemas.

Este trabalho possui cinco sessões e está estruturado da seguinte forma: na sessão um foi apresentada a introdução do trabalho com seu objetivo A sessão dois traz a fundamentação teórica que permeia toda essa pesquisa, tais como Engenharia de Software (em especial Scrum) e Interação Humano-Computador e com ela, usabilidade e experiência do usuário. Na sessão três é apresentado o método. Em seguida, na sessão quatro são apresentados os resultados obtidos com a prática e as discussões desta autora acerca da experiência. Por fim, na sessão cinco os resultados e pesquisas futuras.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta sessão traz um panorama das áreas de Engenharia de Software, Interação Humano-Computador e Experiência do usuário sob a perspectiva de suas relações e integrações.

2.1 Engenharia de Software, Interação Humano-Computador e Experiência do usuário

A ES é uma área da ciência da computação consolidada e voltada para o desenvolvimento de sistemas pela perspectiva de design centrada no sistema (BARBOSA e SILVA, 2010), isto é, a preocupação deste profissional está mais para os fatores de qualidade relacionados com a construção em si do produto software como um todo e atender aos atributos de confiabilidade e proteção, manutenibilidade, eficiência e aceitabilidade (SOMMERVILLE, 2011). A perspectiva em IHC é voltada para o design centrado no uso, onde a preocupação reside na qualidade de interação que o usuário terá junto ao sistema, e que vem a constituir a experiência do usuário. Isto exige dos profissionais conhecimentos que vão além das técnicas e métodos da ES para um conhecimento mais aproximado das características humanas e sua cultura. Por esta razão, IHC é considerada por vários autores como sendo multidisciplinar, pois exige conhecimentos além da Computação, tais como Psicologia, Linguística, Antropologia, Ergonomia dentre outras (BARBOSA e SILVA, 2010; PREECE et al, 1994).

Portanto, historicamente, são duas áreas com perspectivas diferentes e preocupações diferentes. De um lado, a ES preocupada com a qualidade do sistema funcionando e por outro lado, IHC preocupado com a qualidade de interação de uso que o sistema prove. Porém, com a crescente demanda de novos serviços e novos métodos de desenvolvimento, Seffah et al (2005) elenca quatro dimensões para integrar os processos ES e de IHC, a saber:

a. Atividade, incluindo a sincronização entre elas;

b. Ator, incluindo como as equipes se organizam e seus mecanismos de comunicação;

c. Artefato, incluindo os formatos e estrutura destes;

d. Ferramenta, incluindo o uso de ferramentas para facilitar a comunicação.

A partir deste ponto, e com a criação dos métodos ágeis de desenvolvimento (AGILE MANIFEST, 2015) e em especial, o Scrum (SCHWABER e SUTHERLAND, 2013) uma nova janela se abriu para integrar de forma mais efetiva as disciplinas, por meio de pequenos ciclos de desenvolvimento incremental e iterativo, para obter *feedback* do cliente e corrigir o rumo do processo de desenvolvimento (Armitage, 2004 apud Barbosa e Silva, 2010). Com isto, a interação entre as pessoas é mais importante do que os processos e ferramentas, com a formação de equipes autogerenciáveis e responder às mudanças mais do que seguir um planejamento. Outro ponto é a colaboração com o cliente ser mais priorizada do que a negociação de contratos.

Assim como IHC possui uma característica marcante que é sua multidisciplinaridade,

o mesmo acontece quando se fala em UX. Para Saffer (2010), UX é um campo muito abrangente, de forma que IHC se relaciona com Design de interação se tornado um dos componentes de UX, conforme Figura1.

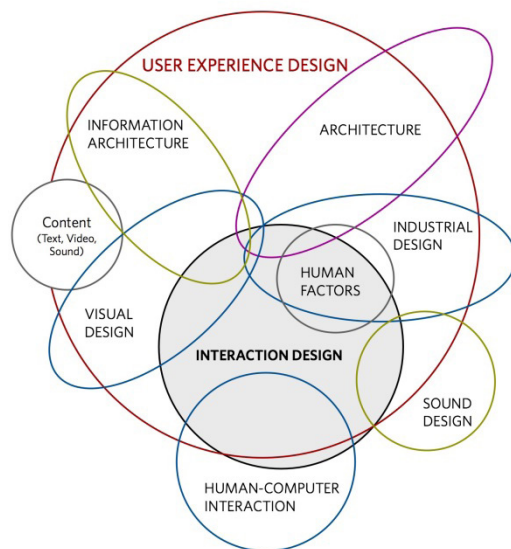



Figura 1: as disciplinas que compõem UX

Fonte: Saffer (2010)

Ao analisar a Figura 1 é possível constatar quão abrangente é a disciplina de UX, pois envolve nela uma gama de outras que a complementa. Assim, para Garrett (2011), a experiência do usuário é simplesmente como as pessoas se sentem quando usam um produto ou serviço. Para as pessoas da área de computação, em muitos casos, esse produto será um site ou um aplicativo de alguma forma. A compreensão de UX engloba a experiência do usuário a partir de como o produto funciona no mundo real, exemplificando algumas situações do dia a dia que poderiam ser evitadas ou facilitadas por meio do design do produto.

Quando se fala em Design de Interação, para Saffer (2010) o pensamento também remete a um campo multidisciplinar que tem suas origens em fatores humanos, sendo que sua principal função é facilitar as interações entre as pessoas, promovendo a comunicação entre elas e as máquinas que possuam inteligência artificial capaz de responder ao usuário de alguma forma, seja pelo computador, telefone celular ou outro dispositivo. Neste contexto, fatores humanos têm como prerrogativa investigar se o produto é compatível com as necessidades, habilidades e limitações humanas, tanto físicas quanto psicológicas.

Quando o assunto é Arquitetura da Informação (outra disciplina que compõem UX),

Peter Morville é a referência mundial. Neste sentido, para Morville (2004), a passagem da Arquitetura da Informação para a UX é uma ampliação do campo, é ir além da usabilidade. O mesmo autor enfatiza a visibilidade do termo no mundo empresarial. Com isto, Morville (2004), descreve a experiência do usuário por meio das sete facetas, que podem ser utilizadas para avaliar ambientes digitais. Essas facetas apresentam as seguintes características:

a. Útil - diz respeito ao grau de utilidade, ou seja, o produto deve ser útil tanto para a empresa ou gestor do projeto quanto para o consumidor final;

b. Usual – está relacionada com facilidade de uso, que é um aspecto vital em um produto;

c. Desejável – a busca pela usabilidade deve estar atrelada ao desejo pela marca ou produto. Além dos aspectos concretos de um projeto, é preciso estar atento aos aspectos subjetivos, que envolve os elementos emocionais do usuário e o produto e também do usuário e a organização;

d. Encontrável - oferecendo ao usuário a facilidade de localizar o que precisa para que consiga atingir seus objetivos;

e. Acessível - dar a possibilidade de qualquer usuário conseguir acessar o site/aplicativo;

f. Credível - oferecer credibilidade ao usuário em relação ao design e conteúdo, pois raramente o usuário irá entrar e usufruir de um produto que não lhe passa confiança e credibilidade;

g. Valioso - oferecer valor tanto para os *stakeholders* quanto para os usuários.

Para Morville (2004) estas facetas ajudam no desenvolvimento de web sites, com fundamento nos três elementos essenciais: usuário, contexto e conteúdo.

Portanto, o termo usabilidade é a característica que determina se o manuseio de um produto é fácil e rapidamente aprendido, dificilmente esquecido, não provoca erros operacionais, oferece alto grau de satisfação para seus usuários, e eficientemente resolve as tarefas para as quais adquire um papel importante para o sucesso ou fracasso de uma aplicação: caso um usuário não perceba rapidamente para que serve e como usá-lo, ele imediatamente procura por outro semelhante (NIELSEN, 2020).

Neste contexto, usabilidade é definida por muitos autores como sendo a qualidade de interação (BEVAN, 1995; NIELSEN, 2020). Essa é uma qualidade importante, pois interfaces com boa usabilidade aumentam a produtividade dos usuários, diminuem a ocorrência de erros e, não menos importante contribui para a satisfação dos mesmos.

Para Zaniolo e Gibertoni (2016), a realização de testes é fundamental para garantir que a usabilidade seja mantida, pois caso ocorra o contrário, o sistema não atenda os

atributos de facilidade de uso e facilidade de aprendizagem, a coleta de *feedback* pode ser prejudicada ou ofuscada, pois o usuário apenas não consegue realizar determinada ação, mesmo tendo interesse. Sendo assim, o processo de tomada de decisão tanto nos ciclos de desenvolvimento, como de negócio se tornam equivocadas.

3 | MÉTODO

O presente trabalho apresenta o relato de experiência obtida junto aos membros do Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software (GPES) da Faculdade de tecnologia de Taquaritinga (Fatec Taquaritinga) do interior de São Paulo ao desenvolver sistemas e sites para entidades, utilizando e praticando os conteúdos das disciplinas de Engenharia de Software e Interação Humano-Computador. Os projetos e as atividades do GPES são aprovados pelo Colegiado do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, pela Congregação da Faculdade e pela CPRJI (Comissão Permanente de Regime de Jornada Integral), órgão que regulamenta os projetos no Centro Paula Souza. Atualmente, o GPES tem a participação de oito alunos de graduação (dos cursos de Análise e Desenvolvimento de Sistema e Sistemas para Internet) e uma professora coordenadora. Para compor o grupo o aluno candidato participa de um processo seletivo aberto por edital interno. Já produziu oito sistemas e oito sites ao longo de dez anos de pesquisa.

Para o desenvolvimento em si das atividades aqui relatadas, foram seguidas os preceitos da norma ISO que trata usabilidade como a efetividade, a eficiência e a satisfação com que usuários específicos atingem objetivos específicos em ambientes particulares. A norma ISO 9241-210, de 2010, diz sobre ergonomia e a interação humano-computador, sendo que a parte 210 trata do design centrado nas pessoas em sistemas interativos, e que define a experiência do usuário como as respostas e percepções de uma pessoa dado os resultados de uso de um determinado produto, sistema ou serviço.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação desta sessão está dividida em contribuições por disciplina, embora na prática tenha sido possível integrar os seus métodos e ferramentas de desenvolvimento, conforme pode ser lido na sequência.

4.1 Da contribuição pela Engenharia de Software

Com relação os métodos que foram estudados nos últimos cinco anos pelos membros do grupo estão fortemente o desenvolvimento ágil, e com ele Scrum. A aplicação desse modelo se deu em decorrência das fábricas de software da região a utilizarem e consequentemente, despertar nos alunos o interesse em aprender tal método para ter maior conhecimento no momento do estágio e ou quando da conclusão do curso.

Para o início da experiência com tal método, foram seguidos os preceitos de

Schwaber e Sutherland (2013) ao recomendar sobre o time, eventos e artefatos do Scrum. O time, na época, era composto por cinco alunos e uma das primeiras definições foi com relação aos papéis que cada um desempenharia no projeto: assim, foi definido que um aluno atuaria como Scrum Master e os demais fariam parte do time de desenvolvimento. Como Product Owner (PO) do projeto ficou definido que a cliente/usuária da entidade na qual forneceria todas as informações necessárias para a implementação seria a PO cliente no processo de acompanhamento das atividades e eu como coordenadora do GPES e responsável pela pesquisa, como a PO prof (de professora e de profissional). Com isto, uma primeira adaptação com relação à teoria aconteceu: duas pessoas atuando como Product Owner para o mesmo projeto. A particularidade com relação ao time e ao escopo do projeto fez com que esta decisão se tornasse certeira. Com isto estabelecido, o ritmo das atividades realizadas começou seguindo o fluxo de trabalho conforme o que a teoria de Scrum recomenda para cada Sprint, ou seja, as entregas de cada uma delas se davam num período de quinze dias, no qual ao findar esse prazo sempre acontecia uma reunião presencial para a apresentação dos resultados e efetivas discussões do grupo sobre cada entregável e dificuldades encontradas no período. Outra adaptação importante a enfatizar aconteceu com relação com as reuniões diárias. É recomendado que se fizesse reuniões diárias (*dayles*) para identificar o que seria feito por cada membro do time de desenvolvimento e o que se fez efetivamente. Para isto esta reunião é curta, com duração de quinze minutos. Porém, como os alunos eram de períodos diferentes, turmas diferentes e cidades diferentes foram combinadas que esta reunião acontecesse remotamente utilizando alguma tecnologia de comunicação para tal. Porém, o que se notou foi que estas reuniões não agregavam valor a produção em si da Sprint, uma vez que o comportamento dos membros para a entrega das atividades não se dava de forma diária, fazendo com que o objetivo desta não fosse atingido. Com tal fato, foi decidido pela não realização das reuniões diárias e consequentemente houve também uma adaptação com o tempo de entrega das Sprints. Para pequenas sprints era dado sempre quinze dias para a entrega. A partir disto, a entrega passou a ser semanal, o que ocasionou melhoria do comprometimento do time como um todo.

Neste sentido, conforme sessão 2.1 deste trabalho, o item *b* foi atendido ao se pensar no autogerenciamento do time para a realização das atividades pelos membros do time. Reforçando que houve a necessidade de adaptação na organização e na forma de comunicação, que foi melhorada conforme pode ser visto na sessão a seguir. E o item *a,* por meio do desenvolvimento das atividades integradas ao se analisar os requisitos obtidos junto a PO cliente. Nestas atividades já eram elencadas as necessidades relacionadas a usabilidade com vistas a obtenção da experiência do usuário. Com isto, importante dizer que a escrita dos requisitos ficou a cargo da equipe do GPES.

4.2 Da contribuição pela escolha das tecnologias

Quando se fala em desenvolvimento junto aos alunos dos cursos de tecnologia, a primeira questão que vem a mente deles é o aprendizado decorrente do conhecimento das linguagens de programação que serão necessárias além das demais tecnologias associadas a tal fim. Existe esta preocupação dentro do GPES, que é analisado como uma questão natural no processo. Neste sentido, um ponto importante a ser destacado é que com relação às tecnologias, foi adotada uma postura para facilitar e orientar os integrantes novos: oferecimento de treinamento das tecnologias usadas para estarem "preparados" para as atividades de implementação. O aluno Scrum Master preparou material para o treinamento sobre as tecnologias Angular (https://angular.io) e com ele Type Script, Node Js (https://nodejs.org), e GitHub (https://github.com) para controle de versionamento. A escolha destas tecnologias se deu por algumas motivações, dentre elas a baixa curva de aprendizagem que as mesmas exigem e também por trazer em sua estrutura a possibilidade de desenvolver componentes pensando na outra linha de pesquisa aqui abordada que é a usabilidade. Outro fator a ser destacado é a possibilidade que estas tecnologias trazem que é a aplicação da teoria da reusabilidade, conforme pode ser visto em Bagliotti e Gibertoni (2020). Com isto, o item *d* da sessão 2.1 ocorreu, principalmente ao usar a ferramenta Trello, pelo endereço www.trello.com, (disponível gratuitamente na web) para o gerenciamento das atividades da equipe. A melhoria na comunicação se deu com o uso da ferramenta Teams, da Microsoft (em decorrência da pandemia, o Centro Paula Souza disponibilizou esta ferramenta gratuitamente para todos os docentes e discentes das Fatecs do Estado de São Paulo).

4.3 Da contribuição por Interação Humano-Computador

No planejamento das Sprints definidas pelo time de desenvolvimento com as funcionalidades requeridas pelo PO cliente houve paralelamente a criação das interfaces para o sistema. Neste aspecto, uma das frases da PO cliente foi que era preciso uma interface simples, de fácil uso e com recurso para uso em telefones móveis (responsividade) além do computador da entidade, pois os profissionais poderiam dar entrada nos dados a qualquer momento. Para isto então, foi realizado um levantamento do público alvo (perfil dos usuários) que usaria o sistema, além da definição das cores para o mesmo. Por meio da pesquisa foram elaborados protótipos de alta fidelidade por cada integrante do time de desenvolvimento. Em determinada reunião, cada um expunha seu protótipo explicando suas decisões com relação aos formulários elaborados e o próprio time discutia os prontos positivos e negativos de cada um. O que aconteceu foi a combinação de uma ideia a outra ideia. Estas decisões em conjunto com base na pesquisa realizada trouxe aprendizado relacionado a design de interação e com ela, usabilidade. Após a definição pela equipe, este protótipo era apresentado para a PO cliente dar seu parecer, sendo anotadas suas solicitações quanto a entrada de novas funcionalidades e ou simplesmente mudanças

referentes ao melhor caminho a percorrer para executar determinada ação. Com isto, uma avaliação previa já era feita pelo cliente fornecendo para a equipe *feedback* necessário para dar continuidade ao desenvolvimento. Com isto, foram aplicados testes antes da entrega bem como realização de avaliação de usabilidade nos sistemas projetados antes da entrega final. Estes testes de usabilidade eram feitos com usuários externos, após definição do perfil do público para poder participar e consequentemente toda a preparação para a realização, incluindo questões éticas de pesquisa. Assim, uma vez mais o item *a* foi atendido bem como o item *c*, pois os protótipos (artefatos) colaboraram sobremaneira para que a integração das áreas ocorresse ao se olhar para o produto software como um todo, tanto pela perspectiva do sistema quanto pela perspectiva do seu uso.

4.4 Da integração entre as disciplinas

Para apresentar estes resultados, duas perguntas devem ser respondidas: como a integração das disciplinas foi trabalhada pelos integrantes do grupo? E como as próprias disciplinas estudadas podem influenciar neste processo?

Primeiramente, a relação da engenharia de software e a própria disciplina de IHC já provocaram no grupo à sua maneira, certa integração no momento do planejamento das atividades (elicitação e análise de requisitos) que deveriam ser executadas, conduzindo no aluno a necessidade de conhecer outros aspectos relacionados ao modo como o ser humano se comporta e para tal, desenvolver interfaces com interações (protótipos) que tinham como objetivo promover uma experiência de uso que fosse, no mínimo, agradável e prazerosa. Essa experiência foi descoberta por meio da aplicação dos testes de usabilidade, onde necessitou ser aplicadas mudanças na interface, uma vez que os usuários não entendiam a forma de se comunicar com o sistema. Este resultado mostrou aos membros que mesmo buscando seguir as recomendações teóricas referentes a todo o contexto de usabilidade é possível melhorar ainda mais para que a satisfação do usuário seja garantida e sua respectiva experiência seja a mais completa possível.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que se buscou com este trabalho foi apresentar como as disciplinas de ES e IHC se integram ao relatar as atividades de desenvolvimento de um sistema com os alunos participantes do Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software com vistas a entregar um produto software com qualidade de uso para além da qualidade de funcionamento do mesmo, orientado para a melhor experiência possível de uso.

É possível afirmar então, que o envolvimento e a participação de alunos em grupos de pesquisa permitem e fomentam o avanço da produção do conhecimento científico, por meio da ação prática e com ela a pesquisa associada, o que pode contribuir fortemente para a criação de novos métodos e processos de desenvolvimento. A intenção de ampliar

as discussões em torno da produção cientifica em torno das áreas aqui relatadas são muito emergentes, dado que as contribuições para os avanços nestas áreas podem estimular e fornecer base de informações e experiências de grupos de pesquisa.

Face ao exposto, a prática de desenvolvimento acadêmico de sistemas pode e deve ser experimentada com objetivo de promover a formação de profissionais de computação com conhecimento mais amplo e estimular a pesquisa aplicada.

REFERÊNCIAS

AGILE ALLIANCE. **Manifesto For Agile. Software Development.** Disponível em https://www.agilealliance.org/agilealliancebrazil/. Acesso em 09/09/2020.

BAGLIOTTI, I.; GIBERTONI, D. **Reusabilidade no desenvolvimento de um sistema Web utilizando o framework Angular**. Revista Interface Tecnológica, vol. 17, n.1, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i1.826.

BARBOSA, S. D.; SILVA, B. S. Interação Humano-Computador. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BEVAN, N. Usability is quality of use. In: Anzai & Ogawa (eds) Proc. 6th International Conference on Human Computer Interaction, July. Elsevier, 1995.

GARRETT, J. J. **The elements of User Experience**. User-Centered Design for the web and beyond. Second Edition. New Riders, 2011.

HEWETT, B. et al. ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction. ACM SIGCHI Report, ACM, NY. Disponível em https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2594128, 1992.

ISO 9241-210: ***Ergonomic of human – system interaction***. Part 210 — Human-Centred design for interaction systems. Switzerland: International Organisation for Standardisation, 2010.

MORVILLE, P. User experience design. 2004. Disponível em Semantics Studios: Acesso em 20/06/2020.

NIELSEN, J. **Usability 101: Introduction to Usability.** Disponível em https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/. Acesso em 15/04/2020.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. **The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum**: The Rules of the Game. 2013. Disponível em: http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/scrum-guideus.pdf. Acesso em 09/09/2020.

SAFFER, D. **Designing for interaction**. Creating Innovative Applications and Devices. New Riders, 2010.

SEFFAH, A.; GULLIKSEN, J.; DESMARAIS, M. C. Human-Centered Software Engineering: Integranting Usability in the Software Development Lifecycle. Springer, 2005.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software. Ed. Pearson do Brasil, 9ª ed., 2011.

PREECE, J. et al. Human-Computer Interaction. Reading, Mass.: AddisonWesley, 1994.

PREECE, J., ROGERS, Y., SHARP, H. Design de Interação - Além da interação homem-computador. Ed. Bookman, 3ª. Ed., 2011.

ZANIOLO, P.W.F.; GIBERTONI, D. Desenvolvimento de um produto web por meio Lean Startup e UX Design. Conferências Ibero-Americanas WWW/Internet e Computação Aplicada 2016, p. 197-204.

CAPÍTULO 12

INTERNET DAS COISAS – PROTÓTIPO DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão 15/03/2021

Denilce de Almeida Oliveira Veloso
Engenheira Eletricista e Mestre em Informática - Professora na Faculdade de Tecnologia de Sorocaba “José Crespo Gonzales”
Sorocaba/SP

Bruno Rodrigo Vieira
Aluno do curso Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Faculdade de Tecnologia de Sorocaba “José Crespo Gonzales”
Sorocaba/SP

RESUMO: A Internet das Coisas (IoT) é um dos pilares da Indústria 4.0, conceito que está revolucionando a indústria a partir da integração de tecnologias digitais, físicas e biológicas. A IoT trata-se de sensores/atuadores que coletam, analisam e transmitem dados, bem como controladores que são responsáveis por controlar processos industriais ou parte deles por meio de algoritmos programáveis de controles específicos. A implementação de IoT está mudando totalmente a forma como as pessoas se relacionam com as coisas que estão ao seu redor. Existem algumas tarefas que por serem repetitivas tornam-se exaustivas e a internet das coisas pode auxiliar no processo. Como exemplo de aplicação de IoT para uso doméstico, o objetivo deste projeto foi a criação de um protótipo de irrigação automática de jardim ou horta utilizando um Arduino. Sendo assim, desenvolveu-se uma aplicação em Android integrada a um circuito utilizando um Arduino Uno, que se mantém funcionando de maneira autônoma, utilizando conceitos de IoT. O circuito utiliza bateria para se manter energizado e sensores para verificar a umidade do solo e temperatura, e decidir qual o melhor fator para realizar a irrigação. Também armazena configurações iniciais, dados como temperaturas e horários gerados da irrigação (tanto automática como manual via aplicativo) em um ambiente em nuvem, podendo esses dados serem utilizados em análise futura. A criação do protótipo foi importante pois, foi o caminho mais econômico de se testar a ideia. O protótipo funcionou e atendeu aos requisitos, mas para que ele funcione em uma escala maior deverá sofrer várias mudanças e melhorias, como uma bomba d´água melhor, bateria mais eficiente (pode-se pensar em energia solar), disponibilização do aplicativo em loja, proteção externa do circuito contra poeira, umidade, choques físicos, isolação etc.

PALAVRAS-CHAVE: Internet das Coisas. Arduino. Dispositivos Móveis.

ABSTRACT: The Internet of Things (IoT) is one of the pillars of Industry 4.0, a concept that is revolutionizing the industry through the integration of digital, physical, and biological technologies. IoT are sensors / actuators that collect, analyze, and transmit data, as well as controllers that are responsible for controlling industrial processes or part of them through programmable algorithms of specific controls. The implementation of IoT is completely changing the way people relate to

the things around them. Some tasks are repetitive, so they become exhaustive and can be aided by internet of things. In this context, an Android application integrated with a circuit was created using an Arduino Uno, which continues to work autonomously, using IoT concepts. The circuit uses a battery to keep itself energized and a sensor to check the humidity of the soil and another to check the temperature and decide which is the best factor to carry out the irrigation. It also stores initial configurations, data such as temperatures and times generated in irrigation (automatic and manual via application) in a cloud environment, whose data can be used in future analyzes. The creation of the prototype was important because it is the most economical way to test the idea. The prototype worked and met the requirements, but to work on a larger scale it must undergo several changes and improvements, such as a better water pump, a more efficient battery (one can think of solar energy), availability of the application in storage, external protection of the circuit against dust, moisture, physical shocks, insulation, etc.
KEYWORDS: Internet of things. Arduino. Mobile devices.

1 I INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 também chamada de Quarta Revolução Industrial é marcada pela era da informação industrial, as tecnologias executando os processos de maneira inteligente e automática a partir de dados armazenados em Big Data.

A Internet das Coisas (do inglês IoT) é a premissa básica para a implementação da Indústria 4.0, pois ela suporta todos os tipos de novas tecnologias da informação. A IoT trata-se de sensores que coletam, analisam e transmitem dados, bem como controladores que recebem instruções. São dispositivos implantados no ambiente, residências e escritórios, e até mesmo em corpos humanos e animais. A IoT conecta “coisas” que ficam inteligentes quando colocados sensores nelas, por exemplo: geladeiras, semáforos, carros, dispositivos hospitalares, equipamentos agrícolas, roupas das pessoas (*wearables*) e animais, que formam uma estrutura de rede para trocar informações captadas. Esses sensores fazem o trabalho de monitorar, medir e coletar dados, e podem ser de proximidade, nível, pressão, umidade, temperatura e imagem. Os dados são enviados para uma plataforma centralizada que os processam, podendo inclusive criar correlações entre os itens. Essa informação pode ser utilizada por exemplo, para dar comandos remotos em dispositivos sem qualquer tipo de interação humana utilizando inteligência artificial. Porém, não adianta ter uma infinidade de dados coletados, sem utilizá-los de forma inteligente.

Feki *et al*. (2013) apontam que, depois da World Wide Web e a conectividade dos celulares, a IoT é a próxima tecnologia disruptiva.

No cenário brasileiro de IoT, até 2025 serão criados entre 1,9 milhões e 2,6 milhões de postos de trabalho diretos, indiretos ou emprego efeito-renda. O Plano Nacional de IoT é de R$ 17,4 milhões de investimento (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação (MCTIC) / Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) / McKinsey / Pereira Neto Advogados / Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações

(CPqD). Segundo estudo do BNDES/MCTIC a IoT no Brasil deverá ter um impacto sobre o PIB, entre US$ 50 a 200 bilhões até 2025.[1]

A implementação de IoT está mudando totalmente a forma como se relacionam com as coisas que estão ao seu redor. Existem algumas tarefas que por serem repetitivas tornam-se exaustivas e a IoT pode auxiliar no processo. Um exemplo seria a aplicação da IoT para uso doméstico.

O objetivo deste projeto foi desenvolver uma aplicação para o ambiente doméstico, um irrigador automático de jardim ou horta, utilizando conceitos de IoT.

Foi desenvolvido o protótipo, porque esse tipo de aplicação permite testes e baixo custo, e ainda existe a possibilidade de se errar quantas vezes forem necessárias antes de fazer o produto desejado.

A aplicação em Android foi integrada a um circuito utilizando Arduino, que se mantém funcionando de maneira autônoma, utilizando conceitos de IoT. O circuito utiliza bateria para se manter energizado, sensores para verificar a umidade do solo e temperatura, para decidir qual o melhor fator e em seguida realizar a irrigação**.** Também armazena todos os dados gerados da irrigação em um ambiente em nuvem, os quais podem ser utilizados em análise futura.

2 | INTERNET DAS COISAS

2.1 Definições

O termo Industria 4.0, originalmente introduzido por uma iniciativa do governo alemão, descreve a interconexão de dispositivos de fabricação no chão da fábrica e aplicações resultantes como gerenciamento de ativos e manutenção preditiva. (Lasi, 2014)

O termo “Internet das Coisas” foi utilizado pelo pesquisador britânico Kevin Ashton do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) pela primeira vez em 1999 (Ashton, 2009). Em entrevista concedida pelo mesmo para a revista eletrônica da Finep, “Inovação em Pauta” em 2015, ele afirmou que: “o termo surgiu numa apresentação para executivos da Procter & Gamble em 1999, quando eu falava da ideia de se etiquetar eletronicamente os produtos da empresa, para facilitar a logística da cadeia de produção, através de identificadores de rádio frequência (RFID, em inglês), na época um assunto novíssimo e “quente”. A expressão “Internet das Coisas” pode nem ser tão brilhante, mas deu um bom título à apresentação, e logo se popularizou. Na verdade, a combinação de palavras foi como o resultado de um insight importante, de algo que ainda é mal compreendido” (FINEP, 2019).

Dispositivos inteligentes ou objetos, capazes de comunicação e computação, variando de nós, sensores simples para eletrodomésticos, e inteligentes e sofisticados telefones estão presentes em todos os lugares ao nosso redor. A rede heterogênea de

1 Disponível em: https://telecomwebinar.com/webinar/a-rede-sigfox-da-wnd-no-brasil-trazendo-para-a-realidade-a-conectividade-de-baixo-custo-alta-cobertura-e-baixo-consumo-de-bateria/ Acesso em: 11 abr. 2018.

composição de tais objetos vem sob a égide de um conceito de popularidade em rápido crescimento, conhecido como Internet das Coisas (IoT). (Stojkoska e Trivodaliev, 2017)

Gubbi *et al*. (2013), definem a IoT como “Interconexão de dispositivos sensores e atuadores, fornecendo capacidade de compartilhar informações entre plataformas através do desenvolvimento de um quadro operativo comum para permitir aplicações inovadoras. Isto é conseguido através de sensores de detecção e ubíquos inteligentes, análise de dados e disponibilização de informação *com Cloud Computing* como um *framework* de unificação”.

O termo ubíquo significa estar em todos os locais e descreve a presença direta e constante da informática e tecnologia na vida das pessoas, em suas casas e ambientes de convívio social.

2.2 Aplicações

Grandes avanços tanto fora quanto dentro do Brasil direcionam para carro autônomo, *Smart Cities* ou cidades inteligentes (para acatar problemas urbanos), indústria e agronegócio (rastreamento de ativos). Os drones cada vez mais aparecem como dispositivo (agricultura, monitoramento obras, indústria).

Porém, se por um lado há uma revolução do conhecimento a respeito do tema, convém classificar algumas iniciativas que não são de IoT, mas sim de automação e sensorização por exemplo: máquinas de compras, cartão de crédito etc. São dispositivos onde os produtos são selecionados, apertam-se botões que são simples e unidirecionais. Além do que, quando se fala de IoT sempre se pensa na rede internet, porém muitas vezes os projetos de IoT podem estar utilizando redes privadas. Os principais itens envolvidos na IoT são: os devices, os dados e os processos e há muitos desafios na área, por exemplo segurança e privacidade de dados, dificuldades de integração com sistemas existentes e principalmente como utilizar os dados obtidos de forma analítica de forma que tragam algum resultado para a organização.

Segundo Casagras (2017), a Internet da Coisas deve-se tornar transversal a todas as áreas da sociedade: Construção e Edifícios inteligentes, Energia, Consumo Doméstico, Saúde, Indústria, Transportes, Comércio, Segurança, Tecnologias de Informação e Comunicação.

A tabela 1**,** apresenta os cinco principais gastos governamentais mundiais de eletrônicos e canais de comunicações para IoT, comparando de 2019 a 2021 (em bilhões de dólares).

Caso de Uso	2019	2020	2021
Vigilância Externa	6,2	6,7	7,6
Pedágio Rodoviário e Gestão de Tráfego	1,9	1,6	2,0
Iluminação Pública e Externa	2,0	1,7	1,9
Rastreamento de ativos em cidades	1,4	1,6	2,0
Coleta de Evidências Policiais	0,6	0,9	1,3
Outros	1,9	2,1	2,5
Total	**13,9**	**14,7**	**17,4**

*Devido a arredondamentos, alguns números podem não corresponder exatamente aos totais mostrados.

Tabela 1: Cinco principais gastos governamentais de eletrônicos e canais de comunicações para IoT

Fonte: (Gartner, 2020)

Ainda segundo Gartner(2020), os governos estão aumentando seus gastos com câmeras de vigilância externas para melhor monitorar o crime nas cidades. Como consequência do COVID-19, os equipamentos também estão sendo utilizados para rastrear o cumprimento das medidas de prevenção e segurança.

2.3 Arduino

O Arduino é uma placa com um microcontrolador ATMEL AVR, que permite a prototipagem, e pode ser utilizado tanto em projetos autônomos (onde é usada apenas a placa como microcontrolador principal), quanto conectado a computadores. Tanto seu hardware, quanto software são abertos, ou seja, qualquer pessoa pode realizar modificações.[2]

Javed (2017), afirma que o Arduino é uma plataforma *open source* composta de elementos de hardware e software muito simples e fáceis de usar, e pode ler dados de um sensor e controlar componentes e, foi desenvolvido para fins de prototipagem.

3 | METODOLOGIA

Neste projeto foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre internet das coisas, tecnologias de hardware e softwares disponíveis para desenvolvimento do protótipo da aplicação (irrigação automática de jardim ou horta). E baseado no material obtido foi criado

2 https://mecatron.org.br/blog/o-que-e-arduino-e-como-utilizar/

o protótipo.

4 I RESULTADOS

Após a pesquisa bibliográfica sobre internet das coisas, realizou-se uma pesquisa de aplicações existentes para irrigação automatizadas. E descobriu-se que existem soluções no mercado que implementam a irrigação de maneira automatizada, porém são escassos os casos de implementações que possuem a utilização de conceitos de IoT.

Posteriormente, fez-se uma pesquisa de dispositivos de hardware que pudessem atender ao protótipo e finalmente pesquisou-se ferramentas para desenvolvimento do aplicativo. Como a irrigação é um processo simples, não foi necessário fazer pesquisas com usuários específicos.

Então, partiu-se para o levantamento dos requisitos. Foram analisados os requisitos funcionais e não funcionais do aplicativo e desenvolvidos os diagramas UML (*Unified Modeling Language*) do projeto: caso de uso (alto e baixo nível), classes, sequência e entidade relacionamento.

Decidiu-se a utilização da ferramenta Arduino Studio na programação do aplicativo para o ambiente Android e armazenamento de dados no Sistema Gerenciador de Banco de Dados MySQL, que é uma plataforma *open source*, distribuída e mantida pela Oracle Corporation.

Quanto a parte do hardware optou-se pela utilização do Arduino Uno, por ser de baixo custo e bastante utilizado para pequenas e médias automações. Um Arduino pode ser programado para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos que se conectarem a ele, é uma plataforma de computação física ou embarcada. Por exemplo, com a utilização de um Arduino seria possível acender uma luz por um determinado período, depois que um comando fosse enviado. A placa Arduino teria uma lâmpada conectada a ele, bem como um botão ou um aplicativo para enviar o comando.

Segundo o site oficial do Arduino Uno[3], ele é uma placa microcontroladora que tem 14 pinos digitais de entrada e saída, o que facilita em automações com poucos sensores e atuadores, tornando-se a placa perfeita para o projeto deste trabalho. Uno significa “um” em italiano, que foi o nome escolhido para o lançamento do Arduino, junto com a IDE 1.0. O Arduino Uno é o primeiro das séries de versões USB de Arduinos, uma referência para a plataforma Arduino. Na figura 1 é apresentado um exemplo do Arduino Uno, que foi utilizado neste projeto.

3 Disponível em: https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3 Acesso:01 Ago.2019.

Figura 1: Arduino Uno

Fonte: https://www.huinfinito.com.br/arduino/551-arduino-uno-com-atmega328-rev-3.html

Conforme indicado na figura 2, o protótipo contém uma arquitetura com os seguintes componentes:

Celular Android: Compreende a interface que será utilizada pelo usuário, é a aplicação em que o usuário irá interagir e realizar as tarefas.

Web Server: Serviço na internet que será responsável em comunicar-se tanto com o banco de dados quanto com o Arduino.

Banco de dados: Responsável pelo armazenamento de dados da aplicação.

Arduino: Responsável pela automação que compõe a irrigação.

Sensor de Umidade: Responsável por analisar a umidade do solo e identificar se é necessário a irrigação.

Sensor de Temperatura: Responsável por obter medições da temperatura atual do ambiente.

Bomba d'água: Responsável por realizar a irrigação.

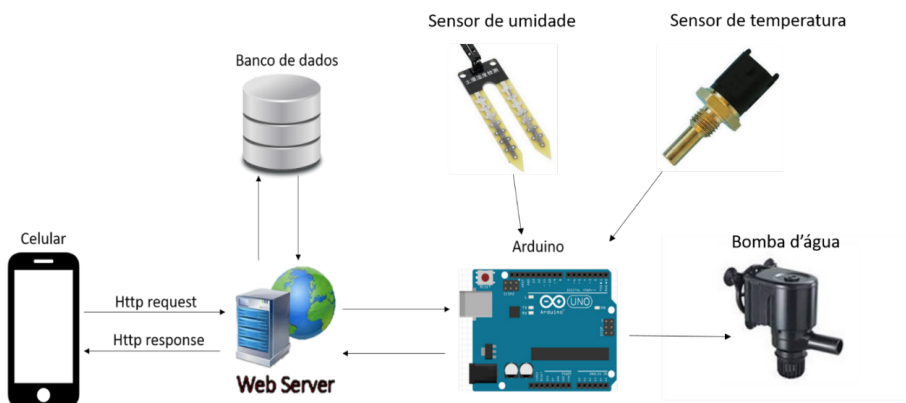



Figura 2 - Arquitetura da Aplicação

Fonte: (Vieira, 2019)

O projeto resultou em um aplicativo (item 4.2) que se comunica com o circuito (item 4.1).

4.1 Circuito

O protótipo do circuito desenvolvido é mostrado na figura 3. Utilizou-se uma planta simulando o jardim, um regador representando o recipiente de água e ligado a pequena bomba d'água. O Arduino via Wifi acessa o banco de dados. Na planta ficam os sensores de umidade e temperatura. O Arduino se conecta com os sensores e a bomba d'água.

Figura 3 – Protótipo do circuito

Fonte: Autores.

4.2 Aplicativo

A interface principal do aplicativo com as funcionalidades é apresentada na figura 4.

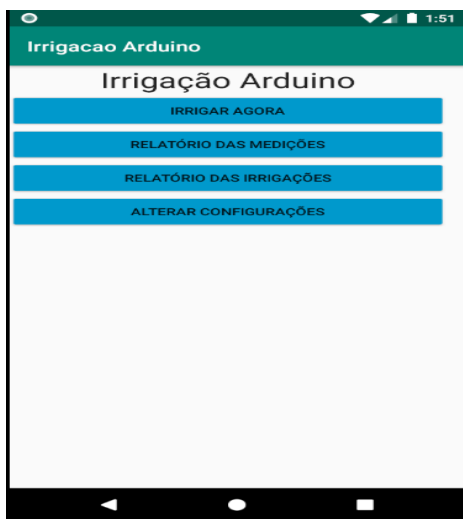



Figura 4 – Tela Principal

Fonte: Autores.

Se selecionada a opção “Irrigar Agora”, será exibida uma mensagem para informar se a irrigação “manual” foi efetuada com sucesso ou não.

Na opção “Relatório das Medições”, serão mostrados os dados de medições de temperatura e umidade salvos pelo Arduino.

Já a opção “Relatório das Irrigações”, mostra todas as irrigações realizadas pela automação, tanto irrigações manuais quanto automáticas.

E finalmente, para alterar as configurações iniciais, deve ser utilizada a opção Alterar Configurações.

Para que o sistema funcione é necessária a conexão à internet.

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia, que conecta objetos do dia a dia à rede mundial de computadores e gera uma comunicação mútua, foi percebida por pesquisadores e empresários e está cada vez mais presente no mercado como algo que revolucionará o futuro e irá melhorar a vida das pessoas através de produtos e serviços.

O Gartner (2019) liberou resultado de estudo no qual analisa as principais tendências estratégicas da tecnologia de Internet das Coisas (IoT) que impulsionarão a inovação nos negócios digitais até 2023. As previsões estão no estudo global “*Top Strategic IoT Trends and Technologies Through 2023”,* onde a IoT está em segundo lugar e, em primeiro está a Inteligência Artificial (IA).

Neste projeto inicialmente pretendia-se inicialmente utilizar o Arduino Yun, pois ele já vem com wi-fi não sendo necessário adicionar *shields*., mas por motivos de facilidade de aquisição e econômicos foi adotado o modelo Uno.

A prototipagem é uma importante ferramenta para o processo de desenvolvimento de um produto. Ela auxilia no processo de desenvolvimento de produto, uma vez que, possibilita a simulação do produto em escala real, permitindo a identificação de erros de projeto e a realização de testes. A prototipação é para ser simples, rápida e barata.

O protótipo funcionou e atendeu aos requisitos, mas para ele trabalhe em uma escala real deverá sofrer várias mudanças e melhorias, como uma bomba d´água maior, bateria mais eficiente (pode-se pensar em energia solar), disponibilização do aplicativo em loja, proteção externa do circuito contra poeira, umidade, choques físicos, isolação etc.

As maiores dificuldades do projeto se referem as integrações realizadas para fazer com que a aplicação mobile conseguisse comunicar-se com o Arduino.

A IoT é uma área que se encontra em crescimento e tem um cenário animador. E não há dúvida que a IoT já é uma realidade no cotidiano, visto que o número de soluções relacionadas a ela aumenta a cada dia que passa, e as pessoas passarão a usá-la gradativamente também nas tarefas cotidianas.

O potencial de desenvolvimento de novas aplicação baseadas em IoT é ilimitado,

diversas aplicações serão desenvolvidas nos próximos anos com impactos significantes na sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

ASHTON, Kevin. ***That 'Internet of Things' thing***. Publicado no RFID Journal, 2009. Disponível em http://www.rfidjournal.com/article/view/4986. Acesso em 30 jun. 2017.

CASAGRAS. ***RFID and the Inclusive Model for the Internet Things.*** Disponível em: https://docbox.etsi.org/zArchive/TISPAN/Open/IoT/low%20resolution/www.rfidglobal.eu%20CASAGRAS%20IoT%20Final%20Report%20low%20resolution.pdf. Acesso em 01 jun. 2017.

FEKI, Mohamed Ali; KAWSAR, Fahim; BOUSSARD, Mathieu; TRAPPENIERS, Lieven. ***The Internet of Things: The Next Technological Revolution***. IEEE Computer Society, 2013.

FINEP. **Criador do termo "internet das coisas" discute comunicação e cotidiano**. Inovação da Pauta, Revista Eletrônica da Finep. 18ª ed. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2015/01/criador-do-termo-internet-das-coisas-discute-comunicacao-e-cotidiano Acesso em 10 jun. 2019.

GARTNER. Gartner prevê que governos gastarão US$ 15 bilhões com equipamentos para Internet das Coisas em 2020. Disponível em: https://tiinside.com.br/13/10/2020/gartner-preve-que-governos-gastarao-us-15-bilhoes-com-equipamentos-para-internet-das-coisas-em-2020/#:~:text=De%20acordo%20com%20o%20Gartner,em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20ao%20ano%20anterior. Acesso em 10 out. 2020.

_______. **Gartner lista as 10 principais tendências para IoT em 2023**. Disponível em: https://tiinside.com.br/tiinside/home/internet/19/11/2018/gartner-lista-as-10-principais-tendencias-para-iot-em-2023/ Acesso em 31 out. 2019

GREENGARD, Samuel. ***The Internet Of Things***. Mit Press, 2015. 232 p.

GUBBI, Jayavardhana; BUYYA, Rajkumar; MARUSIC, Slaven; PALANISWAMI, Marimuthu. ***Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions***. Future Generation Computer Systems. Volume 29, Issue 7, September 2013, Pages 1645-1660 Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X13000241 Acesso em 01 fev. 2019.

JAVED, Adeel. **Criando projeto com Arduino para Internet das Coisas**. Novatec. São Paulo:2017.

LASI, Heiner. (2014*).* ***Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering***, 6(4), 239–242. Disponível em: https://www.deepdyve.com/lp/springer-journals/industry-4-0-5a0d2JHOyz Acesso em 07 mar. 2019.

STOJKOSKA, Biljana L. Risteska. TRIVODALIEV, Kire V. ***A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions***. Journal of Cleaner Production 140 (2017) 1454 e 1464, Elsevier.

VIEIRA, Bruno Rodrigo. **Relatório Técnico de Desenvolvimento de Software – Trabalho de Conclusão de Curso. Irrigação automatizada utilizando IoT**. Centro Paula Souza. Fatec Sorocaba. 06/2019.

CAPÍTULO 13

JOGO SÉRIO PARA APOIAR NO COMBATE E PREVENÇÃO AO CÂNCER DE MAMA: UMA LUTA INTERNA

Data de aceite: 28/04/2021

Luiz Cláudio Machado dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Lauro de Freitas, Bahia
http://lattes.cnpq.br/6294967085470113

João Pedro Darzé
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Lauro de Freitas, Bahia

Gabriela Santos
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Instituto Federal da Bahia
Lauro de Freitas, Bahia

Maria Adélia Icó M. dos Santos
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Instituto Federal da Bahia
Lauro de Freitas, Bahia
http://lattes.cnpq.br/2466908951038836

RESUMO: O câncer de mama é um dos principais tipos de câncer que mais atinge as mulheres no Brasil e em diversos países.Os meios de prevenção aliados ao diagnóstico precoce ainda são os meios mais eficazes para essa doença. Entre as formas de prevenção destacam-se os jogos digitais, os quais se tornaram parte importante da nossa cultura, sendo jogados por um amplo e diverso grupo de pessoas.Visando promover a consciência, a importância da prevenção e os perigos do câncer de mama, este artigo demonstra o desenvolvimento de um jogos educativo e propõe a sua utilização. Durante o desenvolvimento da proposta foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o tema do câncer de mama e a sua prevenção. O jogo foi desenvolvido para a plataforma 2d e pode ser utilizado em computadores, notebooks e/ou tablets.

PALAVRAS-CHAVE: Câncer de mama, jogos sérios, prevenção.

SERIOUS GAME TO SUPPORT COMBAT AND PREVENT BREAST CANCER: AN INTERNAL FIGHT

ABSTRACT: Breast cancer is one of the most common types of cancer among women in Brazil and other countries. The means of prevention and an early diagnosis are still the most effective ways to treat this disease. In this sense, digital games, that have become an important part of our culture, being played by a broad and diverse set of people around the world, can be used as one mean of prevention to breast cancer. In this paper, we show and stimulate the use of an educational game aiming to raise awareness of the importance of prevention and the dangers of breast cancer. During the development of this proposal, we performed a literature review about breast cancer and its prevention. Then, we developed a 2D game that can be run on personal computers, notebooks, and/or tablets.

KEYWORDS: Breast cancer, serious game, prevention.

INTRODUÇÃO

Causada pela multiplicação desordenada das células de mama, o câncer de mama é uma doença que atinge mulheres em todo mundo. São vários tipos do câncer de mama e o seu avanço dependerá do organismo de cada pessoa, em alguns casos, crescem de forma mais rápida. É possível também acontecer entre homens, porém é raro, somando 1% do total de casos [1]. Em 2016, foram computadas mais de 16.000 mortes de mulheres com esta doença e, em 2019, o Brasil estimou um quantitativo de 59.700 novos casos de câncer de mama [2]. O mais preocupante é que os dados apresentados são mundiais, não se limitando aos dados regionais e nacionais. No período de isolamento social, este dado é ainda mais preocupante, pois, diversas crianças e adolescentes estão em convívio contínuo em suas residências e acabam presenciando essas agressões, por mais tempo.

Esse tipo de câncer se configura a segunda causa de morte nos países desenvolvidos, sendo a liderança do ranking ocupada pelo câncer de pulmão. Em diversos países, para o rastreamento do câncer de mama, a mamografia é o exame mais recomendado, o qual deve ser realizado pelas mulheres que estejam na faixa etária entre 50 a 69 anos, a cada dois anos [3]. Doença que atinge uma grande parte da população, em especial as mulheres, o diagnóstico precoce, a prevenção e a busca pelo tratamento ainda são os caminhos mais adequados para um êxito. Com a apresentação desse cenário crescente de casos de câncer de mama, considerando o fato de que, os jogos digitais estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas e admitindo, por conseguinte, ser possível pensar no lúdico e no entretenimento como aliados, pensou-se, pois, neste projeto, o desenvolvimento de um jogo educacional para que auxilie as mulheres no processo de tratamento e prevenção.

Para que ocorra uma maior conscientização da população, faz-se necessário alertar as pessoas para a realização da prevenção de maneira adequada. Sob essa perspectiva, este artigo desenvolveu um jogo através de um roteiro que pudesse ajudar e orientar nessa luta do câncer, demonstrando o processo criativo e colaborando na luta desta grave doença.

JOGOS SÉRIOS

De acordo com Gustavo Pereira [4], os jogos sérios têm como principal objetivo transmitir um conteúdo educativo e não apenas o entretenimento. Ainda em seu trabalho, destaca que esses jogos podem ensinar de forma divertida, agradável e prazerosa. Em seu artigo [5] Serious Games: jogos e educação, Lemes destaca que em 1970, essa terminologia de jogos sérios foi estabelecida no mundo dos games como característica principal dos jogos educacionais e pode ser desenvolvida para situações diversificadas, para qualquer faixa etária, a fim de contribuir para o desenvolvimento de estratégia, tomada de decisão, entre outras ações. A computação interativa e as metas que desafiam o jogador estão entre as principais propostas desse conceito, além do conceito de aprendizagem. Lemes [5] apresenta que, através de estudos, os alunos se motivam com uso de jogos em

sala de aula, e isso permite o entretenimento entre os jogadores.

Marques, Santos e Gondim [6], traz em seu trabalho, que os games ditos sérios apresentam, como uma das suas principais características, o treinamento de habilidades operacionais e comportamentais com o cunho de aprendizagem, e é isso que torna o jogo sério.

No trabalho de Carmona [7], os games sérios são definidos como simuladores de situações ou processos do mundo real, com o propósito de resolver um problema, de modo que, muitas vezes, nesses jogos, o entretenimento e a diversão são esquecidos. Ele destaca que outros autores, como Michael e Chen [8] dividem os games sérios em diversas áreas: militares, governo, educação, corporativo, saúde, políticos, religiosos e arte. Já o trabalho de Sawyer e Smith [9] citado por Carmona [7] divide os jogos por área de atuação e pelo conteúdo que é aplicado entre eles como: jogos para treinos, jogos para saúde, advergames jogos para educação, produção e jogos para o trabalho. A área médica é uma grande aliada ao desenvolvimento de jogos digitais nas mais plataformas de desenvolvimento disponíveis atualmente.

Para Fabiano Naspolini [10], os jogos com a finalidade de facilitar o aprendizado ou alguma rotina de trabalho, podem ser considerados como sérios, os quais são ou podem ser utilizados no aprendizado tradicional e/ou rotinas de processos, divulgação de marcas, produtos e serviços. Ainda em seu trabalho, ele traz como exemplo, alguns jogos sérios: o primeiro tem como objetivo realizar uma simulação em ambientes de empresas, o segundo é um exemplo ligado na área da saúde, em que abordagens no tratamento de Alzheimer ou reabilitação para AVC são tratadas no jogo.

Ainda em seu artigo, Fabiano Naspolini [10] destaca o America's Army, jogo utilizado nos Estados Unidos, voltado para o treinamento dos soldados americanos, com cenário e ambiente bem realistas, demonstrando diversas situações que podem ocorrer em meio a um conflito ou uma guerra. Já o Pulse é um jogo aplicado para simular cirurgias médicas, através de manipulação dos equipamentos e procedimentos em seus pacientes, trazendo realismo para dentro do ambiente virtual.

Por fim, destacou o Amazing Food Detective, que tem como principal objetivo ajudar as crianças a terem uma alimentação saudável, incentivando também as atividades práticas de exercícios. Compreender esses conceitos sobre os jogos sérios foi de fundamental importância para a proposta do trabalho. Trazer para o mundo do jogo um tema tão complexo para diversas mulheres não é uma tarefa simples. O conceito de ludicidade e diversão estão alinhados a esta proposta, alertando as mulheres sobre a importância de se combater o câncer de mama, com a ajuda do diagnóstico precoce e a prevenção.

JOGOS CORRELATOS

Destacam-se, nesta seção, trabalhos que abordam o desenvolvimento e uso dos

jogos digitais para a prevenção do câncer, em decorrência da escassez de jogos relacionados com a temática de câncer de mama. A primeira proposta trata-se de um jogo com o foco na prevenção; já o segundo trabalho contempla a aplicação de um jogo móbile entre os seus pacientes; a terceira proposta vem com a interação direta dos(as) usuários(as) com o jogo através da realidade virtual e com equipamento de console.

Feitosa e Braga [11] apresentam um jogo sério que foi desenvolvido para crianças e adolescentes com câncer. O nome do jogo é Kimo, baseado no tratamento de quimioterapia, no qual os pacientes com câncer se submetem. Através da publicação em sua revista, o INCA [12], apresenta um jogo educativo, considerado como o primeiro do mundo com explicações sobre o câncer para as crianças, conhecido como AlphaBeat Câncer. O projeto deu-se início com a ilustração de um livro com o mesmo personagem do jogo, representado por um ursinho careca com capuz. O projeto propõe, de forma bastante criativa, o ensinamento dessa doença assim como as fases necessárias para o tratamento. Cada fase do jogo aborda uma fase do tratamento do câncer que o paciente enfrenta.

Lúcia Lemos [13], em seu trabalho, apresenta jogos educativos voltados para o câncer, o primeiro jogo trata-se do That Dragon Cancer, que relata a história de uma criança com o nome de Joel. Ele desenvolveu um câncer raro e agressivo no cérebro aos 11 meses, falecendo aos cinco anos. O objetivo desse jogo é acompanhar a rotina do menino Joel e toda a trajetória vivida pelos seus pais. Em uma figura do texto é possível verificar um exemplo do jogo que emociona diversos jogadores.

METODOLOGIA

Diversas dúvidas surgem no processo de desenvolvimento de um jogo e o desafio permanece durante todas as etapas e percursos dessa trajetória. O tipo de jogo, as plataformas que serão desenvolvidas, o enredo, os cenários são elementos cruciais que estão associados ao desenvolvimento.

Além disso, o prazo de desenvolvimento é um item que deve ser levado em consideração, pois, se o jogo possui uma equipe, torna-se mais fácil dividir as tarefas, já que cada componente se responsabilizará com as partes do jogo de acordo com a sua expertise. Se o jogo for desenvolvido por uma pessoa, por exemplo, a dificuldade aumenta, pois, dependerá de *assets* gratuitos e disponíveis para utilização em sua proposta. Independentemente da proposta a ser desenvolvida, tratando-se de um jogo educacional, é necessária uma pesquisa prévia para embasamento e conhecimento teórico suficientes sobre o tema definido para o objetivo final do jogo.

Nesta seção, é discutido qual a metodologia e as etapas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho. Sena e Catapan [14] apresentam o método sistemático da literatura como possibilidade no desenvolvimento de um jogo educativo. Entre as etapas para aplicar essa metodologia estão: mapeamento dos possíveis temas, avaliação crítica, busca de artigos

e materiais referente ao tema. Após essa etapa, dá-se o início de identificar as lacunas referentes ao tema escolhido.

Jappur et al [15], disponibiliza em seu artigo, modelos para o desenvolvimento de jogos educativos digitais iniciados a partir de uma revisão bibliográfica. Ainda no mesmo trabalho, são citados diversos estudos relacionados ao desenvolvimento do jogo.

Para Echeverría et al. [16] e Villalta et al. [17], citado por Jappur et al [15], apesar do jogo ter uma dimensão lúdica e divertida, as questões educativas e pedagógicas não podem ser esquecidas.

Aleven et al. [18], citado por Jappur et al [15], explicita que um jogo educativo necessita de um projeto pedagógico. O trabalho de Jappur et al [15] destaca um quadro bastante interessante comparando as propostas pedagógicas e lúdicas de diversos autores, auxiliando os seus leitores e informando metodologias para o desenvolvimento de um jogo.

Jappur et al [15], define a metodologia de pesquisa da Ciência do Design (Design Science Research Methodology – DSRM) que tem como objetivo apoiar os trabalhos que necessitam de uma metodologia. De acordo com Peffers et al[19], citado por Jappur et al [15], esse método apresenta seis atividades que incorporam com o princípio, as práticas e procedimentos para o desenvolvimento da pesquisa, são elas: identificação do problema e motivação; definição dos objetivos; design e desenvolvimento; demonstração; avaliação e comunicação.

Para o jogo educacional, ora proposto, utilizou-se essa metodologia, iniciando com uma pesquisa bibliográfica permitindo chegar ao modelo conceitual e preencher algumas lacunas. Entender o conceito do câncer de mama, quais os tipos e formas de prevenção, foi fator fundamental para compreensão e desenvolvimento do enredo. A etapa metodológica foi dividida da seguinte forma: identificação do problema e motivação; definição dos objetivos; design e desenvolvimento; demonstração; avaliação e comunicação.

DESENVOLVIMENTO DO JOGO

Com a ideia do projeto pré estabelecida, surge o processo de afinação. Inicialmente, pensou-se as mecânicas dos personagens, seguido da arte e por fim, sonorização e *playtest*. A tela inicial foi desenvolvida na cor da campanha da prevenção do Câncer de Mama. O nome do jogo foi apelidado de uma luta interna, pois, narra o processo de algumas etapas da doença na qual as pessoas enfrentam. O processo criativo do cenário e personagens baseou-se no estudo sobre teoria das cores. A personagem principal é representada por célula benigna na cor rosa, para reforçar as ideias da garra, força e delicadeza, além de reforçar as cores das campanhas sobre o câncer de mama através do já conhecido laço. Todas as artes digitais foram feitas no *Paint 3D* da *Microsoft*.

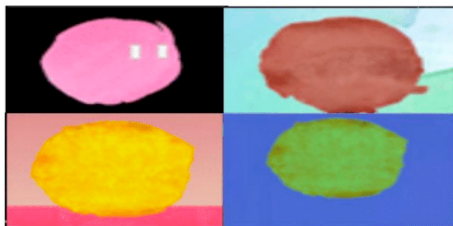



Fig. 1. Representação da célula protagonista e inimigos: marrom, célula anaplástica e célula esverdeada

Após a criação do personagem principal, pensou-se de que forma os inimigos seriam construídos. Surgiu, então, a ideia de representar estágios de desenvolvimento do câncer. O primeiro inimigo, por exemplo, é uma célula em processo de mutação, ela está inchada e perdeu a cor rosada para algo mais amarronzado.

O segundo inimigo feito no jogo é uma célula anaplásica. Na fase em que ela é apresentada, é possível ver um grupo com várias dessas células reunidas, pois elas se reproduzem de forma mais rápida.

O terceiro e último inimigo representa uma infecção oportunista, pois o corpo da mulher está com a imunidade reduzida. A coloração esverdeada foi colocada por lembrar bastante uma infecção. Ao iniciar o jogo, clicando no *play*, o jogador perceberá algumas telas elaboradas e desenvolvidas pelos autores. A ideia é alertar as pessoas sobre os casos de câncer de mama, tratamento e prevenção.

A primeira arte apresenta uma projeção do número de casos do câncer de mama, representando a imagem de uma paciente em um hospital em um possível tratamento. A próxima imagem representa outras informações referente ao câncer. Na imagem 2, percebe-se uma definição sobre o tumor maligno. Destaca-se aqui, mais uma vez, que essas informações só foram possíveis através da pesquisa bibliográfica realizada inicialmente durante o desenvolvimento do jogo.

Fig. 2. Informações sobre o câncer de mama

A figura 3 informa sobre o diagnóstico precoce e a importância da prevenção.

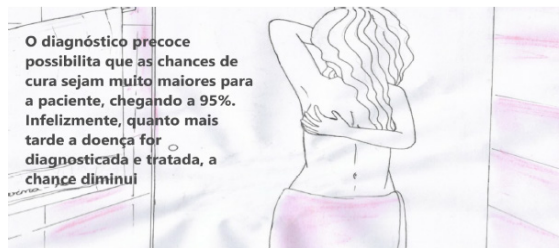



Fig. 3. Informações sobre prevenção e diagnóstico precoce

Após a apresentação das artes, demonstrando a importância da doença e sua prevenção, o jogador se depara com o primeiro desafio, encarando o chefão, logo ao iniciar o jogo, que representa a falta de prevenção. Nesse momento, os jogadores ainda não estão prontos para enfrentá-lo, pois ainda nem aprenderam os controles, a fim de demonstrar que a falta de prevenção e cuidado podem levar a uma possível derrota.

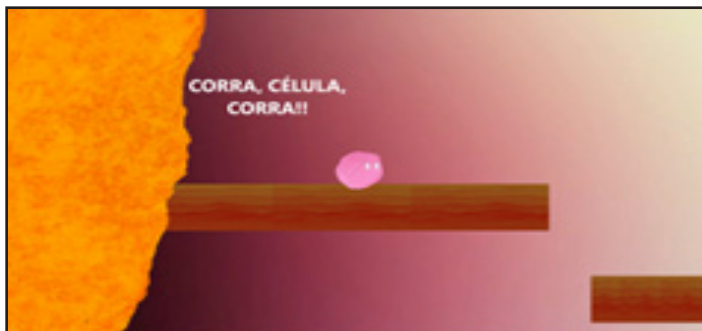



Fig. 4. Imagem da primeira batalha contra o chefão

A ideia inicial é tentar transmitir para o jogador que não se deve desistir no primeiro momento, o qual, normalmente, representa a descoberta da doença. Faz-se necessária força para encarar os desafios que estão à espera.

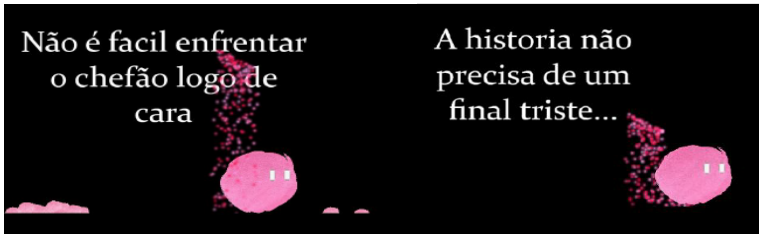



Fig. 5. Imagem das telas do jogo com mensagens motivacionais

Com o fato de encarar o chefão fictício, pretende-se passar a ideia de que não precisa ter uma piora no seu quadro de saúde, medo ou receio de buscar ajuda. É necessário buscar o melhor caminho, prevenindo-se e se cuidando, pois, o diagnóstico precoce é a melhor alternativa. As mensagens de prevenção e motivação ao tratamento também são encontradas durante todo o jogo.

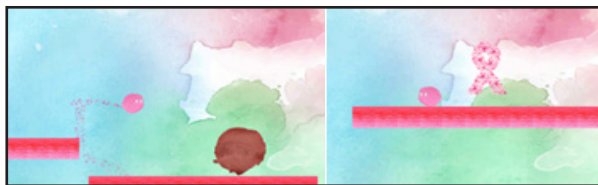



Fig. 6. Imagem da primeira fase do jogo

Ao final da primeira fase, observa-se novamente a fita símbolo do combate e prevenção ao câncer de mama, indicando a próxima fase, conforme a figura 6. A segunda fase já apresenta um avanço na dificuldade com a presença das células anaplásica. Ao encostar nelas o jogador voltará para o início da fase.

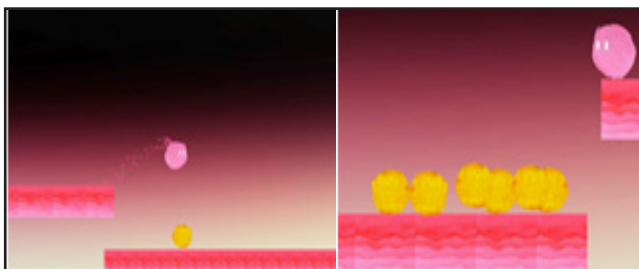



Fig. 7. Imagem da segunda fase do jogo

A terceira fase conta com a presença de um inimigo inusitado, uma doença

oportunista. A ideia da fase é fazer uma analogia e “expulsar” a doença para fora do corpo.

Fig. 8. Imagem da terceira fase do jogo

A última fase do jogo é uma corrida pela sobrevivência, mas diferente da primeira fase, agora o jogador está pronto para encarar esse desafio pois, ele se preveniu. A última tela do jogo é uma mensagem ao jogador, parabenizando-o por ter sobrevivido ao câncer de mama.

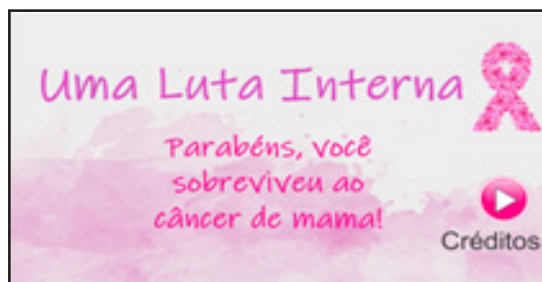



Fig. 9. Imagem da tela final do jogo

As músicas utilizadas no jogo são livres de direitos autorais.Cada uma delas foram pensadas nas etapas da vida de uma pessoa quando descobre estar com câncer de mama. A música do *Menu* e dos Créditos simboliza a vitória e esperança. A fase da tela inicial, após a exposição das artes, transmite a ideia de derrota e ao mesmo tempo esperança. Na primeira fase, tudo está calmo, a vítima ainda está descobrindo que está com câncer. Já na segunda fase, a música aperta um pouco, pois os tumores e as células cancerígenas estão se multiplicando. A terceira fase apresenta uma música mais remanescente dos filmes de espionagem, indicando que as infecções oportunistas estão entrando no corpo da pessoa. A última música, a do chefão, apresenta uma batida mais acelerada, pressupondoa corrida pela sobrevivência. O efeito sonoro de pulo é o barulho de uma gota caindo, que combina com a estética do jogo e traz um *feedback* auditivo ao usuário. Ao encostar em um inimigo, ele faz um barulho de zumbi, para simbolizar a transformação da célula.

CONCLUSÃO

Este artigo apresentou um jogo sério chamado de Uma Luta Interna, um jogo estilo plataforma *desktop* que envolve aventura, ação e instrução de conhecimento sobre o câncer de mama e a importância do tratamento e prevenção. A ideia do jogo é atrair um público que tenha condições de aprender sobre os conceitos abordados e que o jogo sirva para profissionais que atuam na prevenção possam utilizar em suas ações. Como trabalhos futuros, pretende-se elaborar outras fases e adicionar novas artes envolvendo os quesitos de prevenção e tratamento do câncer. O jogo pode ser aplicado nas mais diversas campanhas do câncer de mama, nas escolas, clínicas, em projetos sociais, motivando e incentivando-as a buscar apoio médico e multidisciplinar, no combate desta grave doença.

Por fim, pretende-se desenvolver e adaptar o jogo para a plataforma *mobile*. Por acreditar que o uso do jogo para dispositivos móveis tornará o jogo mais acessível e fácil para que as pessoas realizem o *download* e façam uso do mesmo.

REFERÊNCIAS

1. INCA, “Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva” “**A situação do câncer de mama no Brasil: incidência síntese de dados dos sistemas de informação**,” Instituto Nacional do Câncer(INCA). Rio de Janeiro: INCA, 2019.

2. INCA, “Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva” “**ABC do câncer: abordagens básicas para o controle do câncer” Instituto Nacional do Câncer(INCA)**. Rio de Janeiro: INCA, 2020.

3. G. P. de CUBA. **Jogos Sérios: tecnologias de jogos por computador aplicada ao ensino de aprendizagem**. 2009. 79 p. (Projeto Final de Curso) – Universidade Federal de Goiás - Campus Catalão- Goiás, 2009.

4. D. de O. Lemes. Abrelivros. **Serious Games- jogos e educação**. Ago, 2014. Disponível em: <http://www.abrelivros.org.br/home/index.php/bienal-2014/resumos-e-fotos/5647-primeiro-resumo>. Acesso em 25 set. 2019.

5. A. Marques, M. L. dos Santos and A. M. G. Valença. “**Planejamento de um Serious Games Voltado para Saúde Bucal em Bebês**”. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/2175-2745.17679> Revista de Informática Teórica e Aplicada(RITA). Vol 18, No 1 (2011). Rio Grande do SUl-RS.

6. D. M. da S. Carmona. **Jogos Sérios para a Saúde**. 2009. 79 p. (Dissertação de Mestrado) – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas/ Universidade Nova de Lisboa. Lisboa - Portugal- 2015.

7. D. Michael and R. S. Chen. (2006). Serious Games: Games that Educate, Train, and Inform, Mason, Cengage Learning.

8. Sawyer, B., Smith, P., (2008). “**Serious Games Taxonomy**”, RETRO Lab, University of Central Florida, USA. Disponível em <http://www.dmill.com/presentations/serious-games-taxonomy-2008.pdf>. Acesso em 25 set. 2019.

9. F. Naspolini. Fábrica de Jogos. Artigo: **Jogos Sérios-Divertindo o que é sério no mundo real**. Abr, 2014. Disponível em: <https://www.fabricadejogos.net/posts/artigo-jogos-serios-divertindo-o-que-e-serio-no-mundo-real/>. Acesso em 25 set. 2019.

10. J.C. Feitosa and J. R. F. Braga. "**Kimo: Um Jogo Sério Para Crianças e Adolescentes Com Câncer**" in XVIII Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames), 2018.

11. INCA, "Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva". "**Publicação Trimestral do Instituto Nacional do Câncer(INCA)**". Os caminhos da adesão como aumentar a aderência do paciente ao tratamento e sua própria qualidade de vida. Cap. 12: Novidade- Brincando de aprender. Rio de Janeiro: INCA, 2017.

12. L., Lúcia. **Na saúde e na enfermidade: games como história, promoção de vida, e prevenção de doenças**. XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames), p. 2-4. Florianópolis, 2016.

13. S. de Sena, and A. H. Catapan. "**Metodologias para a criação de jogos educativos: uma revisão sistemática da literatura**". RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação , v. 14, n. 2, 2016. ISSN 1679-1916.

14. R. F. Jappur et al. "**Modelo conceitual para jogos educativos digitais**". AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 116-127, dec. 2014. ISSN 2237-826X. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/atoz/article/view/41344>. Acesso em: 06 aug. 2019. doi:http://dx.doi.org/10.5380/atoz.v3i2.41344.

15. A. Echeverría et al. (2011). **A framework for the design and integration of collaborative classroom games**. Computers & Education, 57(1), 1127–1136. doi:10.1016/j.compedu.2010.12.010.

16. M. Villalta et al. (2011). **Design guidelines for classroom multiplayer presential games (CMPG)**. Computers & Education, 57(3), 2039– 2053. doi:10.1016/j.compedu.2011.05.003.

17. V.Aleven et al. (2010). **Toward a framework for the analysis and design of educational games**. IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, 69-76. 2010. Retirado de http://delta. northwestern.edu/wordpress/wp-content/uploads/2013/11/Aleven-2010-Toward-a-framework-for-the-analysis-and-design-of-educational-games.pdf.

18. K.Peffers et al. (2007). **A design science research methodology for information systems research**. Journal of Management Information Systems, 24(3), 45- 77. doi:10.2753/MIS0742-1222240302.

CAPÍTULO 14

LIBERTE A ROSA: JOGO ENIGMÁTICO COM REFLEXÃO SOBRE RELACIONAMENTOS ABUSIVOS

Data de aceite: 28/04/2021

Luiz Cláudio Machado dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Lauro de Freitas, Bahia
http://lattes.cnpq.br/6294967085470113

João Paulo Lemos Cavalcanti
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Lauro de Freitas, Bahia
http://lattes.cnpq.br/7455152246877238

Jeã Tavares Caldas Filho
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Instituto Federal da Bahia
Lauro de Freitas, Bahia

Maria Adélia Icó M. dos Santos
Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais
Instituto Federal da Bahia
Lauro de Freitas, Bahia
http://lattes.cnpq.br/2466908951038836

RESUMO: Os jogos digitais se destacam não apenas dentro das salas de aula, mas, também, em outros ambientes com as diversas temáticas sociais e educativas. O mais interessante é que muitos jogos tornam-se importantes para a sociedade, em geral, devido à importância de sua temática. Neste trabalho, descreve-se o desenvolvimento de um jogo educativo para esclarecer sobre o conhecimento da Lei Maria da Penha e a prevenção da violência doméstica contra a mulher. Liberte a Rosa é um jogo enigmático em que o jogador deve resolver os enigmas para prosseguir no jogo e revelar partes de uma história que o faz entender o contexto em que ele está inserido. Essa história trata de relações abusivas de modo que existe uma metáfora entre a Rosa presa e as relações que a prendem. Durante o embasamento e levantamento bibliográfico na área científica e acadêmica, obteve-se como resultado o desenvolvimento de um jogo educativo visando o esclarecimento dos indivíduos sobre a temática abordada. O jogo é disponibilizado de forma gratuita para quaisquer pessoas que tenham interesse.
PALAVRAS-CHAVE: Rosa, jogos, enigma.

RELEASE THE PINK: ENIGMATIC GAME WITH REFLECTION ON ABUSIVE RELATIONSHIPS

ABSTRACT: Digital games stand out not only in classrooms, but also in other social and educational environments, becoming important to the society mainly due to the relevance of the themes that they approach. In this work, we describe the development of an educational game to diffuse knowledge about the Maria da Penha Law and the prevention of the domestic violence against women. Liberte a Rosa is a game in which the player must solve puzzles to reveal parts of a history that makes the player

understand the context in which he/she is inserted. The history is about abusive relationships and the game uses a metaphor between a rose that is a prisoner and the relationships that make it a prisoner. After a review of related work in the literature, we could develop such an educational game aiming to make this theme clearer for the society. The game is available for free for everyone interested on this subject.
KEYWORDS: Rose, game, style, puzzles.

INTRODUÇÃO

A agressão contra a mulher é um tipo de violência que cresce de forma gradativa e está entre os altos índices de violência em todo o país. É notório encontrar, nos mais diversos noticiários e meios de comunicação (jornais impressos e digitais), informações relacionadas ao alto e abusivo índice da violência contra as mulheres, cujos principais tipos são destacados na lei Maria da Penha (verbal, física, sexual e a mais grave: feminicídio). Infelizmente, entre os locais mais frequentes em que ocorrem estes atos, estão os domicílios de milhares de pessoas em todo o mundo. O alerta neste período de pandemia se deu, justamente, em decorrência dos agressores necessitarem passar mais tempo em casa. Diante de alguns estudos, estes altos índices estão associados ao ciúme, alcoolismo e também ao uso de drogas.

O mais preocupante é que os dados apresentados são mundiais, não se limitando aos dados regionais e nacionais. No período de isolamento social, este dado é ainda mais preocupante, pois, diversas crianças e adolescentes estão em convívio contínuo em suas residências e acabam presenciando essas agressões, por mais tempo.

Segundo estudo *Impact of the COVID-19 Pandemic on Family Planning and Ending Gender-based Violence, Female Genital Mutilation and Child Marriage*[1], publicado pela UNFPA(Fundo de População das Nações Unidas),a estimativa é de um aumento de 20% em todo mundo, representando 15 milhões de novos casos relacionados à violência doméstica. Os Indicadores divulgados pela Ouvidoria Nacional dos Direitos Humanos [2] demonstram que o Brasil teve um aumento de 28% e que a Bahia está entre os estados com maiores índices.

Diante dos tipos de violência, o relacionamento abusivo é um tema que começou a ser discutido, frequentemente, na atualidade, por conta da abertura que a televisão e, principalmente, a internet promoveu para expor esses casos. Esses relacionamentos podem conter tanto violência moral quanto a física. A pessoa que vive esse tipo de relação passa a ser dominada pelo companheiro(a) e na maioria dos casos não percebe esse domínio. Acusar, depreciar, controlar são algumas das agressões sofridas nessas relações, que podem chegar até a socos e chutes e em casos extremos à morte, como podemos ver em[3]. As promessas de melhoria, de mudança, que nunca ocorrem, são fatores que promovem o controle exercido pelo dominador e desencorajam a vítima a tomar uma decisão. Além disso, as constantes ameaças fazem com que a vítima tenha receio de fazer

uma denúncia.

Pensando nessa problemática, o jogo Liberte a Rosa promove uma reflexão acerca dessa situação, de modo que, ao identificar esses casos, os jogadores possam ter mais consciência. O objetivo deste Jogo Educacional é promover a conscientização e incentivar as pessoas para que contribuam para a prevenção e o combate à violência contra as mulheres.

O jogo Liberte a Rosa destaca-se como diferencial porque trabalha com o enigma explorando os tipos de violência física e psicológica, de uma forma bastante intuitiva, objetiva e lúdica.

O jogo serve como incentivo e inspiração a fim de que todas as mulheres, vizinhos, parentes, crianças e adolescentes que convivem com este tipo de agressão sintam-se aptos e preparados para colaborar com os órgãos competentes, evitando assim um problema maior, como é o caso do feminicídio. Então, Liberte Rosa trata essas relações abusivas e pode ser utilizado por qualquer pessoa, principalmente, por educadores e defensores dessa causa.

REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo trazer a discussão dos principais assuntos que deram sustentação ao desenvolvimento do jogo proposto. Com base em toda a revisão sistemática sobre o tema, tornou-se crucial o desenvolvimento do jogo educativo utilizado para abordagem da violência contra a mulher. Diante disso, destacam-se nesta seção os assuntos: Violência contra mulher, Lei Maria da Penha e sua importância, Jogos Educativos e por fim os jogos educativos correlatos que exploram a temática aqui sugerida.

A. Violência contra a Mulher

Segundo o Instituto Maria da Penha [8] a Lei n. 9.099/1995 [9], a violência doméstica e familiar era enquadrada como um crime de pouco potencial ofensivo, resultando numa banalização em qualquer violência contra as mulheres. Em diversos casos, os homens saíam impunes de seus crimes.

Diante de uma crescente série de agressões contra as mulheres, a sociedade teve papel importante para cobrar aos órgãos uma ação mais efetiva contra os homens e através do Consórcio de ONGs foi possível cobrar e participar da criação da Lei Maria da Penha, sendo sancionada em 7 de agosto de 2006. [8].

A referida lei [9] surge como esperança e cria mecanismo para coibir a violência doméstica e familiar contra a mulher. Na Tabela 1, destacam-se os principais tipos de violência contra a mulher, assim como as suas definições, de acordo com a referida Lei.

Tipo de Violência	Características
Violência Física	Conduta que ofende a integridade ou saúde corporal.
Violência Psicológica	Conduta que causa dano emocional (Constrangimento, humilhação, manipulação e qualquer prejuízo à saúde psicológica).
Violência Sexual	Conduta que obrigue uma relação sexual não desejada sob ameaça, intimidação e até mesmo uma exigência de um aborto.
Violência Patrimonial	Conduta que configure retenção, subtração, destruição parcial ou total de seus objetos, instrumentos de trabalho, documentos pessoais, bens, valores e direitos ou recursos econômicos.
Violência Moral	Conduta que leve à calúnia, difamação.

TABELA I . TIPOS DE VIOLÊNCIA

Fonte: IMP [4]

B. Lei Maria da Penha e sua Importância

A lei, além de definir e classificar os principais tipos de violência sofridos pelas mulheres protege-as e pode até salvar vidas. Nessa lei, os agressores são punidos, pois, existe uma rede referenciada e especializada no combate à esse tipo de agressão, fortalecendo assim as políticas públicas de combate à violência familiar. A lei também permite que o agressor se afaste de vítima, estabelece, aos agressores, a suspensão de visita aos filhos, propicia a restituição de bens subtraídos pelos agressores às vítimas, entre diversas outras ações que coíbam o comportamento agressivo dos mesmos. [9].

O jogo aqui proposto se encaixa na violência psicológica e física, abordando as relações abusivas de um relacionamento.

C. Jogos Educativos

Os jogos digitais estão presentes na vida das pessoas, nas mais diversas plataformas: *smartphone*, tablet, computador, consoles, TV Digital e em diversos ambientes, sejam offline ou online. São também diversos os gêneros desses jogos: aventura, perguntas e respostas, jogos 2D, 3D, de investigação, de raciocínio lógico etc.

O uso dos jogos educacionais no processo de ensino pode servir como meio de motivar o estudante ao aprendizado, pela sua característica lúdica. Contudo, para além de mera transmissão de conteúdo, os jogos auxiliam no desenvolvimento de habilidades estruturantes como o raciocínio lógico, a percepção espacial, a coordenação motora, e o pensamento computacional, possibilitando a troca de conhecimentos entre os jogadores sobre regras, gameplay, enredo e outros elementos do jogo, ampliando a função educativa do jogo.

Segundo Roland et al (2010, p. 2-3) [10], a utilização dessas ferramentas contribui

para aumentar as funções mentais e intelectuais dos jogadores, pois, através delas, é possível adquirir conhecimento, e, por conseguinte, ativar a criatividade do indivíduo e ajudar a encarar novos desafios, os quais a depender do tipo de jogo pode, também, colaborar com a autonomia do sujeito. Um jogo educacional necessita de um embasamento técnico e metodológico, de modo que não se pode desenvolver e lançar um jogo sem o devido estudo da temática, antes de definir o Concept do jogo: objetivo, gênero, regras, personagens, gameplay etc.

Os jogos educativos trazem como uma de suas características o fator lúdico, já presentes nos jogos, à medida que buscam proporcionar a diversão e entretenimento. Esclarece-se aqui, que é necessário contar com o caráter didático, pois se propõem a ensinar de maneira eficaz a seu jogador. Segundo Savi et al (2008) [11], um jogo é considerado educativo se em seu âmago tem o ensino como viés, facilitando assim o contato e absorção de um determinado conteúdo. Os jogos educativos vêm a cada dia sendo mais importantes aliados para a educação, sendo uma ferramenta que não deve ser descartada nos dias de hoje. Por natureza, é instigante, com um grande caráter motivador. Seus gráficos, sua história, sons e mecânicas são pensados de forma a encantar o jogador, proporcionar prazer, visando mantê-lo inserido na partida e motivado a jogar. Tal fator quando aliado à educação pode proporcionar um grande diferencial na educação de um indivíduo, facilitando o aprendizado de seus usuários.

Em seu trabalho [11] realiza um estudo através de uma revisão de escopo sobre a Prevenção e enfrentamento da violência de gênero por meio de jogos educativos. Na próxima seção, destacam-se alguns trabalhos sobre a temática aqui estudada.

D. Jogos Correlatos

Nesta seção, são destacados jogos educacionais que trabalham com a temática aqui explorada. Durante o processo de desenvolvimento do Liberte a Rosa, foi necessário realizar a busca por trabalhos correlatos, justamente, para identificar a escassez de jogos sobre a violência contra a mulher. Essa etapa foi importante para pensar de qual forma e para qual plataforma o Liberte a rosa deveria seguir.

Em Breve (2020) [12], é destacado o desenvolvimento de um jogo com o objetivo de conscientizar as pessoas sobre os casos de violência doméstica abordando, principalmente, o feminicídio e violência contra a mulher. O jogo foi desenvolvido por estudantes de jogos digitais de uma Universidade de Tecnologia, situada no estado de São Paulo. O jogo também tem o intuito de protestar e chama-se Illis, que no latim significa “por elas”.

Fig. 1. Tela do jogo Illis[12]

Para a criação desse jogo, utilizou-se o *pixelart* em 2D e a tecnologia da realidade aumentada. A temática não está apenas pautada no feminicídio, mas, também no machismo e violência psicológica, verbal ou física. A ideia é, em cada fase, focar em uma violência sofrida por elas.

No trabalho de Circuncisão (2018) [13] é demonstrado um jogo web desenvolvido na game *engine Unity*. O objetivo do jogo é conscientizar as pessoas sobre os cinco principais tipos de violência contra a mulher. Em uma fase, a personagem principal percorre uma floresta e, no cenário, existem diversas casas. Em cada casa, o personagem encontrará uma espécie de *quiz*, abordando cada violência contra a mulher. O personagem só avançará para cada fase se acertar as interações.

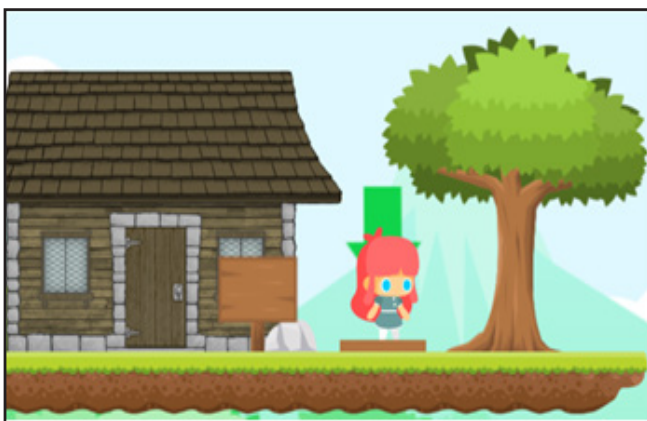



Fig. 2. Tela do Jogo Mariazinha da Penha[13]

Ao explorar cada residência e clicar na tecla “E”, será demonstrada uma janela de interação como o personagem.

Fig. 3. Tela do Jogo Mariazinha da Penha[13]

Em Almeida et al (2014) [14] é apresentado um estudo da ferramenta serious games Caixa de Pandora que apoia profissionais que convivem com a temática de violência doméstica. O jogo vem com a ideia de ajudar esses profissionais nas tomadas de decisão.

A Fig. 4, a seguir, traz uma das telas do jogo. A ideia é ajudar nos processos de EPS, conhecido de Educação Permanente em Saúde, de forma que o jogo pode apoiar estes profissionais durante o atendimento à estas vítimas. Interessante é que aqui o tipo de jogador não é qualquer pessoa, mas, sim um público específico. Pretende-se uma atenção mais efetiva, acolhimento adequado, melhor investigação dos casos.

O jogo vem com a proposta, pois, de ilustrar conceitos e estimular aprendizado e se encaixa no conceito de jogo educativo, com vistas a colaborar para um melhor atendimento destas vítimas da violência doméstica.

Fig. 4.Tela do Jogo Pandora[14]

Em G1 PB (2017) [15], é apresentado um jogo desenvolvido por estudantes da Universidade Federal da Paraíba, com objetivo de colaborar com a violência contra a mulher, apoiando e orientando a denunciar estas práticas. O jogo que possui apoio do

Laboratório de Tecnologias para o Ensino Virtual e Estatística (LabTEVE), conta com o apoio de diversos profissionais como psicólogos, assistentes sociais, enfermeiros e diversos outros profissionais da área de saúde.

O jogo proposto por estes alunos possui o mesmo formato do apresentando em Almeida et al. (2014) [14], tratando-se de um *serious game*. Aqui não há vencedor, apenas interação entre os jogadores e personagens do jogo que através dos diálogos compreendem as situações das mulheres vítimas de violência.

Fig. 5.Tela do Jogo Pandora[14]

Uma ação realizada pela Secretaria de Políticas para Mulheres do Estado da Bahia (SPM-BA) [16] desenvolveu um jogo educativo, com o objetivo de apoiar e conscientizar as mulheres a reconhecerem os vários tipos de violência de gênero, orientando-as a buscar apoio e a conhecer as atribuições das instituições da rede de atenção. Intitulado Jogo do Espelho, o jogo foi criado e idealizado pela major Denice Santiago. A ludicidade é o forte desse jogo que busca a reflexão sobre a violência doméstica. A ideia é fazer com que aquela vítima compreenda que ela sofre estes abusos. O jogo não é digital, trata-se uma proposta de jogo manual de tabuleiro com cartas, dados, pinos. Cada cor está relacionada a um dos tipos de violência. O mais bacana e interessante é que o jogo é aplicado em escolas, comunidades e bairros da periferia da cidade de Salvador.

Fig. 6. Imagem do Jogo do Espelho [16]

Por fim, fazendo menção ao trabalho de Raffs (2018) [17], destacamos o jogo que foi desenvolvido em parceria entre os grupos de pesquisa das professoras Rosa Maria Godoy, da Escola de Enfermagem da USP, e Maria Raquel Pires, da Universidade de Brasília (UnB).

O jogo intitulado de Violetas teve, como público, profissionais da área de saúde da Casa da Mulher Brasileira de Brasília, Campo Grande e Curitiba. O objetivo é impedir que a violência contra a mulher atinja altos índices e se espalhe.

A ideia é uma estratégia que incentive os jogadores a pensarem em conjunto e em equipe. As principais cartas-personagens: são formadas por Educadora(or)/ Pesquisadora(or); Integrante de políticas públicas/Profissional da saúde; Operadora(or) de direito; Cidadã(ão) no movimento de mulheres.

Fig. 7. Imagem Games Violetas[17]

MATERIAIS E METODOLOGIA

Como já mencionado na seção II, o jogo Liberte a Rosa tem a premissa de tratar sobre relações abusivas de maneira subjetiva, fazendo com que o jogador perceba a situação gradualmente à medida que avança nas fases.

Para alcançar esse fim, a equipe composta por 2 membros, dispôs do período de 2 meses para a produção, o qual se divide em 3 partes: a pré-produção, o desenvolvimento e a pós-produção.

Na etapa de pré-produção, houve uma pesquisa teórica extensiva sobre o tema relação abusiva, tanto as suas causas, como as suas consequências, e, também, sobre os direitos da mulher no país. A equipe se embasou em artigos, matérias de sites e relatos pessoais, a fim de retratar esses aspectos de forma mais fiel dentro do jogo. Cada membro ficou encarregado de pesquisar sobre um determinado assunto, e os resultados foram recolhidos e analisados em conjunto, para que houvesse uma decisão de quais seriam os temas mais apropriados para serem utilizados durante a produção e expostos no jogo. Ainda nessa etapa, para a parte artística, ocorreu uma pesquisa sobre a teoria das cores[18], pensando em transmitir mistério e curiosidade, visando o desenvolvimento do cenário, que será abordado na seção VI.

Também, fez-se necessária uma busca sobre o significado que as cores da rosa representam.Além disso, houve uma análise dos elementos que iriam compor o cenário. Por fim, houve uma pesquisa de similares, disponíveis na seção seguinte, com o intuito de serem utilizados como fonte de inspiração para o desenvolvimento do presente jogo.

Com toda a pesquisa e todo o conhecimento adquirido na etapa anterior, iniciou-se então o desenvolvimento, a parte mais longa da produção e, também, de suma importância para que o jogo consiga desempenhar o papel esperado. Nessa fase, a equipe se dividiu de acordo com a área de atuação de cada membro, com o intuito de uma melhor organização no processo e gerar demandas específicas. A história do jogo foi desenvolvida seguindo a cronologia de uma relação abusiva que termina no pior cenário possível, a morte. Foi escolhida retratar essa história, pois o jogo tem o objetivo de conscientizar e levar o jogador a uma reflexão profundo acerca do tema. E para isto, a escolha da Rosa presa em um domo, como a personagem principal dessa trama, tem o intuito de fazer uma metáfora ao amor preso em uma relação abusiva.O domo, por si só, representa essa relação e a rosa em seu interior, representa o “amor”, que sofre várias fases emocionais, as quais são representadas através das suas cores e de seus significados, como também através dos enigmas e desafios de cada fase.

No que tange à programação, seu desenvolvimento foi feito no motor de jogo, *Unity*, utilizando a linguagem de programação C#, pois ambos são uma ferramenta bastante versátil para se trabalhar com projetos em 2D e atendendo as demandas da equipe. O jogo conta com uma mecânica simples e de fácil desenvolvimento, que foi feita através de

códigos curtos, utilizando-se de funções já existentes e também personalizadas, explicadas com mais detalhes na seção V.

A parte artística do jogo foi toda feita através do software de código aberto chamado *Aseprite*, que foi escolhido porque é um programa completo no que se refere à produção desse estilo de arte, tornando o trabalho mais prático e simples de ser feito.

O cenário e a maioria dos objetos do jogo foram desenhados com tons de cor escuros, a fim de transmitir uma ideia de mistério e retratar um ambiente mais antigo. Também por esse motivo, foi feita a escolha dos móveis que compõem o cenário, que entram em conflito com dois elementos eletrônicos presentes no jogo, a máquina de escrever e o domo, gerando uma estranheza e dando destaque aos últimos. Todos os desafios do jogo foram centrados em poemas e isso acontece, pois a poesia necessita de interpretação e raciocínio, tornando o enigma mais difícil, misterioso e desafiador, além de promover uma reflexão.

Com o jogo finalizado, começa a fase de pós-produção e para esta, ocorrem ajustes finais, dentre eles, correções de *bugs* e testes. O jogo então, foi disponibilizado para um grupo selecionado de jogadores, a fim de receber o retorno dos mesmos e utilizar essas informações para melhorar o projeto. E após essas mudanças, o jogo estará disponível para o público em geral.

O JOGO

Na próxima figura, é possível encontrar a tela inicial do jogo. Representado com o nome do jogo na cor preta e por uma rosa azul, com um ambiente simples, mas, destacando bem a imagem da rosa.

Fig. 8. Logo do Jogo

Como já fora dito, Liberte a Rosa é um jogo de enigmas, que tem a premissa de tratar sobre relações abusivas de maneira subjetiva, fazendo com que o jogador perceba a situação gradualmente à medida que avança nas fases. Os enigmas são uma representação

da dificuldade de se libertar desse tipo de relação. A cada fase a dificuldade aumenta, assim como quanto mais próximo se está de se libertar de uma relação desse tipo, mais difícil se torna. O objetivo do jogo é libertar a Rosa de um domo e, para isso, o jogador tem de resolver 5 enigmas, em que cada um representa um dia e tem uma palavra como senha.

A Rosa, personagem principal, mudará de cor a cada fase, pois, cada cor tem um significado diferente, observado em[18], que tem ligação com o estágio da relação abusiva, com a poesia escrita na fase e também com a história do jogo contada através da transição para a fase seguinte (Fig.9).

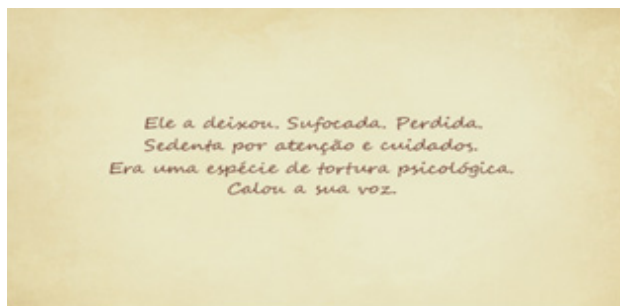



Fig. 9. Prólogo do Jogo

Para progredir nas fases, é necessário ler um poema(Fig.9) apresentado na respectiva fase, e após isso, o jogador deverá analisar o cenário, através do mouse, clicando nos objetos do cenário, aplicando zoom e analisando com mais detalhe, além de poder receber informações textuais sobre o elemento visado e interagir com alguns, para então conectá-lo ao conteúdo da poesia, para conseguir encontrar a resposta, que sempre será um verbo no infinitivo. Após descobrir a resposta, o jogador deverá digitá-la no papel do poema e clicar em um botão ao lado da linha da resposta para confirmar, caso o jogador erre a senha mais de 3 vezes o jogo irá voltar ao início.

A medida que o jogador avança nas fases, os elementos utilizados para solucionados desafios da fase anterior ficam com uma cor acinzentada e isso acontece gradualmente no decorrer do jogo até que quase todos os elementos fiquem nesse tom de cor, com o intuito de representar o fim do jogo e a tragédia final da história.(Fig.10).

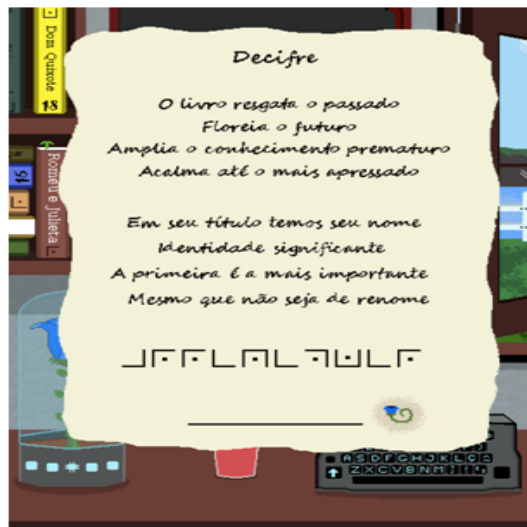



Fig. 10. Poema da fase 1.

A história, que aparece nas transições de fase, relata uma relação abusiva na visão da vítima, com a qual o companheiro tenta se reconciliar, prometendo melhorar e oferecendo-lhe uma rosa. O casal reata, mas, ela já não aguentava as falsas promessas e, no fim, termina a relação. Ao fim do jogo, o domo se parte e a Rosa se despedaça, mostrando que o "amor" morreu.

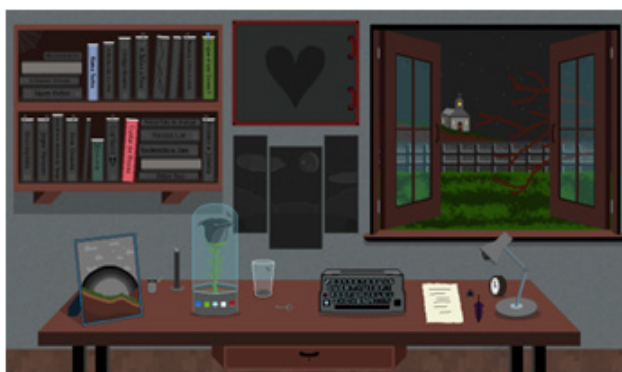



Fig. 11. Representação da última fase do jogo

A. Programação

A escolha da engine para criação do jogo foi a *Unity* [15] que facilitou o processo de desenvolvimento do mesmo por já possuir uma *IDE* amigável para jogos em 2D.

O funcionamento do jogo segue a lógica da Fig.12. O bloco jogador interage com a cena através do mouse e do teclado, onde a função “Compara” faz a comparação da palavra inserida pelo jogador, se esta for verdadeira, a próxima cena é chamada, caso contrário, o jogador terá mais chances.

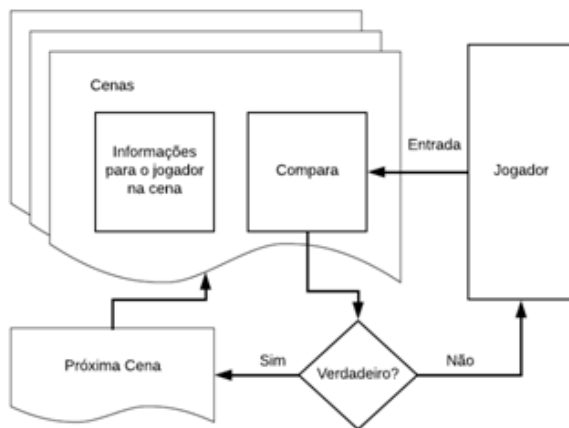



Fig. 12. Funcionamento do jogo.

Dentro do Unity, as cenas são criadas dentro de canvas, que é a área visível ao usuário, onde todos os elementos de interface são inseridos. O canvas é um Objeto de jogo(*GameObject*) com um componente Canvas, e todos os elementos de interface do usuário devem ser filhos de tal canvas. Dentro do *canvas* estão todos os botões do jogo, que são Objetos de jogo com funções de clique. O comportamento de Objetos de jogo são controlados pelos Componentes que estão ligados a eles, como por exemplo, o botão que já possui a função de clicar, mas, como foi preciso agregar novas funções ao botão, se criou um novo componente com o uso de scripts.

Os *scripts* são escritos em C# e permitem que você acione eventos do jogo, modifique as propriedades de componentes e responda à entrada do usuário da maneira que desejar.

O jogo precisou de apenas dois scripts que atendem pelo nome de *InputTextPaper* e *LevelChanger*, os quais são inicializados com uma classe de mesmo nome. O script *InputTextPaper*(Fig.13) instancia os objetos que estão na cena que serão usados. O *InputFieldpalavra* é o campo em que o usuário insere a palavra. O *Text* contagem serve para mostrar ao usuário a variável *int* vida. O *stringfase* é a palavra que o jogador terá que descobrir no cenário 1.

No método *Start*, a propriedade texto do objeto contagem recebe a vida, que é mostrada ao jogador assim que inicializado o jogo. No método *Update*, que ao ser inicializado é chamado a cada frame do jogo, a propriedade texto do objeto palavra recebe a função

ToUpper para que o texto que o jogador insira no campo sempre esteja em maiúsculo. Em seguida, a condição *if* é chamada para conferir se a tecla *Enter* é clicada *(Input.GetKeyDown (KeyCode.Return)*, se for verdadeiro, então é chamada a função compararPalavra.

A função compararPalavra inicializa uma variável inteira chamada *cod* que recebe uma comparação de strings que retorna 0 caso as *strings* sejam idênticas(string. Compare(*palavra.text, fase, true*). A condição *if* verifica se a variável cod é 0, caso for então é chamada a função *LevelChanger.FadeNextScene* que muda o cenário 1 para o cenário 2, e caso não for a variável vida é reduzida e atualizada ao usuário em *contagem.text = vida. ToString*. Em seguida, na próxima condição *if* se a vida chegar a 0 é chamada a função *LevelChanger.FadetoGameOver*, que muda do cenário 1 para o cenário de game over. O script *LevelChanger* usa a biblioteca do *UnityEngine.SceneManagement* para a mudança de cenas do jogo. O método *FadeNextScene* inicializa a variável inteira *CurrentSceneIndex* que recebe o índice da cena através da função *SceneManager.GetActiveScene(). buildIndex*. Como os cenários começam em 0, a condição *if* deverá subtrair ou somar para adquirir o índice certo. O primeiro *if* verifica se a variável *CurrentSceneIndex* é igual ao total de cenas do jogo(*SceneManager.sceneCountInBuildSettings* - 1), se for, ele chama a cena 0 (*SceneManager.LoadScene*(0)) que é o menu.

A condição *else* chama a função *SceneManager.LoadScene(CurrentSceneIndex + 1)* que carrega a próxima cena do jogo.O método *ExitGame* chama a função *Application. Quit* que fecha o aplicativo.

B. Arte

O estilo gráfico do jogo é em *pixel art*. Trata-se de um estilo de arte digital, no qual os desenhos são feitos pixel a pixel, para representar objetos, personagens e qualquer ideia que for possível, geralmente, em baixa resolução.

O *pixel* é o menor elemento de uma imagem e para se obter êxito nesta arte, deve-se pensar na utilização das cores, visando a representação eficiente daquilo que se está produzindo.

Foi muito popular entre jogos até meados dos anos 1990. Atualmente, o *pixel art* possui um grande nicho, principalmente, de consumidores de Jogos *Indie*, vem ganhando fama novamente e se torna mais um estilo de arte presente nos jogos atuais. Com esse contexto em mente e considerando a experiência da equipe de produção, foi escolhido esse estilo de arte para produzir todo o jogo em questão. A arte do jogo foi feita no software de código aberto *Aseprite*, que como descrito na seção IV, foi um programa muito útil para o processo de desenvolvimento dos desenhos. Foi utilizada a paleta de cores padrão disponibilizada no programa (Fig.13).

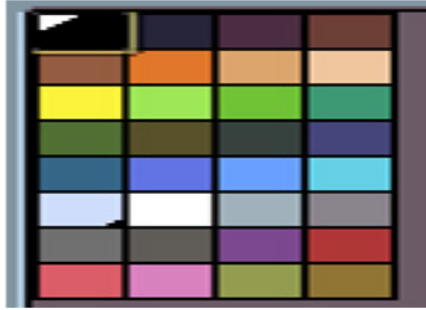



Fig 13. Paleta de cores padrão do Aseprite.

O cenário do jogo foi desenvolvido com a ideia de transmitir um quarto antigo(Fig.14), reforçando essa ideia através de móveis rústicos de madeira e objetos que remetem ao passado, como uma máquina de escrever, uma caneta tinteiro de pena e papel envelhecido. Também foi colocada uma mistura de elementos antigos com a tecnologia, um exemplo disso é a máquina de escrever que tem uma ligação com o domo que prende a Rosa, mas não utiliza fios para se comunicarem. Essa mistura é uma característica de jogos *steampunk*[4].

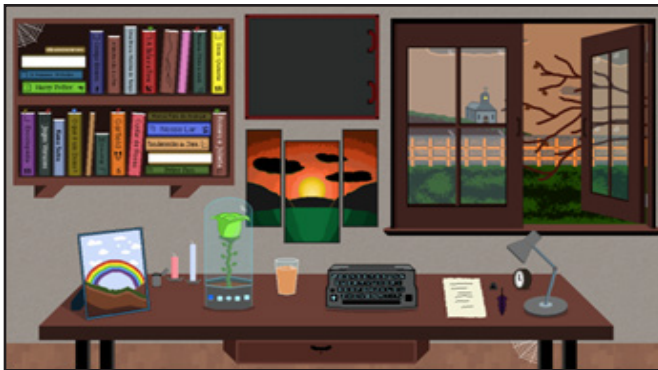



Fig 14. Cenário da fase 2.

Além disso, também foram representados climas e horários diferentes, observáveis pela janela do quarto: chuvoso, ensolarado, fim de tarde, noite.(Fig. 15)

Fig. 15 Representação de chuva

Os poemas foram representados, pelo papel envelhecido, como se tivessem sido escritos à mão com caneta tinteiro de pena e guardados por muitos anos.

Abaixo, há uma lista com tabelas mostrando os elementos presentes no jogo, seguindo o padrão: arte, significado e sua função no jogo:

Arte	Significado	Função
	Algo inalcansável. Palavra da fase: Arrepender.	Representar a rosana fase.
	Renovação. Palavra da fase: Perdoar.	Representar a rosa na fase.
	Amor. Palavra da fase: Amar.	Representar a rosa na fase.
	Agradecimento. Palavra da fase: Agradecer.	Representar a rosa na fase.
	Morte. Palavra da fase: Sofrer.	Representar a rosa na fase.

TABELA II. AS ROSAS

Arte	Significado	Função
	Aprisiona a rosa. Uma metáfora para uma relação abusiva que te prende e te sufoca.	Indicar o avanço no jogo através dos botões na base que acendem quando o jogador acertar a resposta.

TABELA III. Domo SciFi

Arte	Significado	Função
	Máquina de escrever tecnológica, que tem ligação com o Domo.	Utilizada para escrever a resposta para avançar de fase.

TABELA IV. Máquina de Escrever SciFi

Arte	Significado	Função
	Quadro de teste de qi	Representa um desafio que gera uma senha para o jogador.

TABELA V. Quadro de Desafio

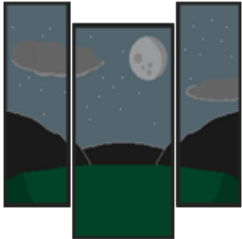
Arte	Significado	Função
	Quadro aparentemente de enfeite	Utilizado para solucionar um enigma na fase 2.

	Modificação do quadro	Utilizado para solucionar um enigma na fase 4.

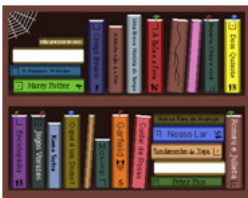
TABELA VI. Quadro DIVIDO EM 3

Arte	Signif.	Função
	Uma estante comum de livros velha	Utilizada para resolver diversos enigmas

TABELA VII. Quadro DIVIDO EM 3

Arte	Significado	Função
	Retrato que enfeita a mesa com uma foto de arco-íris	A sequência de cores revela uma senha.

TABELA VIII. Porta Retrato e Foto Arco-Íris

CONCLUSÃO

O jogo Liberte a Rosa é um jogo baseado em enigmas que faz com que o jogador passe por uma experiência diferente, envolvendo suas emoções, e possa refletir sobre as relações abusivas.Além disso, o jogo ajuda na melhoria do raciocínio lógico, na percepção aos detalhes e na interpretação textual.

O jogo liberte a rosa está disponível no portal para que qualquer pessoa possa realizar o download. Para versões futuras, pensou-se em algumas adaptações e para a nova versão serão incluídos todos os tipos de violência e não apenas a física e a psicológica. Pretende-se desenvolver um app para que as pessoas também possam realizar

downloads nas principais linguagens de programação e principais sistemas operacionais para dispositivos móveis, pois, os desenvolvedores e pesquisadores do Liberte a Rosa entendem que, atualmente, os jogos mobile são mais utilizados pelos diversos usuários E além disso, a facilidade que o celular o dispositivo móvel possibilita.

REFERÊNCIAS

1. UNFPA. "**Impactofthe COVID-19 Pandemicon Family Planning and Ending Gender-based Violence, Female Genital Mutilationand Child Marriage:Pandemic threat ensachi evement of the Transformative Results committed to by UNFPA**". Disponível em:<https://www.unfpa.org/sites/default/files/resource-pdf/COVID-19_impact_ brief_for_UNFPA_24_April_2020_1.pdf> Acesso em: 20/07/2020.

2. Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos. **"Indicadores**". Disponível em: <https://ouvidoria.mdh.gov.br/portal/indicadores> Acesso em: 20/07/2020.

3. L. Pelanda. **Advogada morta em Guarapuava tinha relacionamento abusivo, afirma MP**. Paraná Portal, 2018. Disponível em: <https://paranaportal.uol.com.br/destaques/advogada-morta-em-guarapuava-tinha-relacionamento-abusivo-afirma-mp/>. Acesso em: 17/12/2018.

4. C. M. Santos and W. P. Izumino. **Violência contra as mulheres e violência de gênero: notas sobre estudos feministas no Brasil**. *Estudios interdisciplinares de America Latina y el Caribe* , 16(1), 2014.https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/1408/viol%C3%Aancia_contra_as_mulheres.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

5. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; Fórum Brasileiro de Segurança Pública (Organizadores). *ATLAS Catalogação na Publicação (CIP). Atlas da violência* 2019. Brasília: Rio de Janeiro: São Paulo: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; Fórum Brasileiro de Segurança Pública. ISBN 978-85-67450-14-8.

6. E. S. Marques, C.L. de Moraes, M. H. Hasselmann, S. F. Deslandes and M. E. Reichenheim (2020). **A violência contra mulheres, crianças e adolescentes em tempos de pandemia pela COVID-19: panorama, motivações e formas de enfrentamento**.*Cadernos de Saúde Pública*, *36*(4), e00074420. EpubApril 30, 2020.https://doi.org/10.1590/0102-311x00074420.

7. L. F Fornari. and R. M. G. S. da Fonseca (2019). **Prevenção e enfrentamento da violência de gênero por meio de jogos educativos: uma revisão de escopo**. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (33), 78-93. https://dx.doi.org/10.17013/risti.33.78-93.

8. IMP – Instituto Maria da Penha. "**A lei na íntegra e comentada**". Disponível em: <http://www.institutomariadapenha.org.br/lei-11340/lei-maria-da-penha-na-integra-e-comentada.html> Acesso em: 20/07/2020.

9. BRASIL, Lei N.°11.340, de 7 de Agosto de 2006, (Lei Maria da Penha). Disponível em: <https://www.institutomariadapenha.org.br/assets/downloads/lei-11340-2006-lei-maria-da-penha.pdf> Acesso em: 20/07/2020.

10. L. C. Roland, M. C. J. M. Fabre, M. L. P. Konrath and L. M. R. Tarouco (2004). **Jogos Educacionais**. *RENOTE*, *- Revista Novas Tecnologias na Educação*,v. 1, n. 1, Jun. 2010, doi:10.22456/1679-1916.13719

11. R Savi and V. R. Ulbricht. “**Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios**”. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 6, p. 1-10, 2008.

12. G. Breve. “Estudantes de Jogos Digitais criam game sobre feminicídio”. Colaboração para o Start, 2020. Disponível em: <https://www.uol.com.br/start/ultimas-noticias/2020/03/27/estudantes-criam-game-abordando-feminicidio.htm> Acesso em: 20/01/2020.

13. T. A. Circuncisão, “Jogo **Web Educacional no Combate à Violência contra a Mulher**”. 2018. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Instituto Federal da Bahia-, Salvador, 2017.

14. R. A Almeida, *et al*. “Atividade física na escola”. In: XIII Simpósio Brasileiro de Games, 2014. XIII SBGames – Porto Alegre – RS – Brazil, November 12th - 14th, 2014.

15. G1 PB. “**Jogo virtual educativo de alunos da UFPB aborda violência contra a mulher**”. Jogo apresentado na Expotec 2017 em João Pessoa foi desenvolvido com base em game semelhante. Disponível em:<https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/jogo-virtual-educativo-de-alunos-da-ufpb-aborda-violencia-contra-a-mulher.ghtml>. Acesso em 20 de jan de 2020.

16. SPM. “**Secretaria de Políticas para as Mulheres. Jogo educativo ensinará mulheres sobre violência de gênero**”, 2018. Disponível em: <http://www.mulheres.ba.gov.br/2018/12/2225/Jogo-educativo-ensinara-mulheres-sobre-violencia-de-genero.html>. Acesso em 20 de jan de 2020.

17. L. Raffs (2018). **Jogo de tabuleiro promove reflexão sobre violência contra a mulher**. AUN - Agência Universitária de Notícias. Disponível em:<https://paineira.usp.br/aun/index.php/2018/05/30/jogo-de-tabuleiro-promove-reflexao-sobre-violencia-contra-a-mulher/>. Acesso em 20 de jan de 2020.

18. D. Arty. **Teoria das Cores – Guia sobre teoria e harmonia das cores no Design**. Chief of Design, 2018. Disponível em: <https://www.chiefofdesign.com.br/teoria-das-cores/>. Acesso em: 17/12/2018.

19. **O Significado das Cores das Rosas**. Casa e Jardim Online, 2017. Disponível em: <https://revistacasaejardim.globo.com/Casa-e-Jardim/Paisagismo/Plantas/Flores/noticia/2017/01/o-significado-das-cores-das-rosas.html>. Acesso em: 17/12/2018.

20. V. Maurey. **Você sabe o que é Steampunk?**. Rocco Jovens Leitores, 2015. Disponível em: <https://www.rocco.com.br/voce-sabe-o-que-e-steampunk/>. Acesso em: 17/12/2018.

21. UNITY TECHNOLOGIES.2018. Unity Engine Documentation, *Unity Engine Documentation*. Disponível em: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>. Acesso em: 17/12/2018.

CAPÍTULO 15

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO COMO METODOLOGIA DE ENSINO MATEMÁTICO: INSERINDO O PYTHON NAS ESCOLAS

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão: 05/02/2021

Franck Antônio Baía Bastos
Universidade Federal do Pará (UFPA), Faculdade de Sistema de Informação
Cametá – Pará

Jaqueline Gomes Pereira
Universidade Federal do Pará (UFPA), Faculdade de Matemática
Cametá – Pará

João Rodrigues Costa
Universidade Federal do Pará (UFPA), Faculdade de Sistema de Informação
Cametá – Pará

Dalmi Gama
Universidade Federal do Pará (UFPA), Faculdade de Matemática
Cametá – Pará
http://lattes.cnpq.br/3556920128741553

Ulisses Weyl da Cunha Costa
Universidade Federal do Pará (UFPA), Faculdade de Sistema de Informação
Cametá – Pará
http://lattes.cnpq.br/5333177784685850

RESUMO: A linguagem de programação é um meio onde são desenvolvidas novas tecnologias, como aplicativos e softwares. É crucial que alunos do ensino público tenham acesso a essas novas tecnologias e como são produzidas. Entretanto para um aprendizado em programação é necessário ter conhecimento em matemática e um raciocínio lógico aprimorado, que por sua vez, a realidade das escolas públicas no Brasil não apresenta resultados muito satisfatórios. Portanto, este trabalho possuí o intuito de promover o conhecimento de linguagem de programação Python nas escolas públicas da Região Baixo Tocantins, e também levantar pesquisa da diferença entre métodos tradicionais de ensino e o aprendizado através da linguagem de programação para alunos em matemática das escolas da região. Para essa finalidade foi elaborado um projeto, no qual discentes de sistema de informação e matemática se reuniram para proporcionar materiais e oficinas a esses alunos. Em geral, o principal objetivo do projeto é mobilizar os secretários e gestores de escolas municipais e estaduais à introduzirem na grade curricular do ensino médio a disciplina de programação.

PALAVRAS-CHAVE: Programação, matemática, ensino, Python.

PROGRAMMING LANGUAGE AS A MATHEMATICAL TEACHING METHODOLOGY: INSERTING PYTHON IN THE SCHOOLS

ABSTRACT: The programming language is a way where new technologies are developed, such as applications and software. It is crucial that public school students have access to these new technologies and how they are produced. However, in order to learn programming, it is necessary to have knowledge in mathematics and an improved logical reasoning, which, in turn, in the reality of public schools in Brazil does not

present very satisfactory results. Therefore, this work aims to promote knowledge of Python programming language in public schools in the Baixo Tocantins Region, and to survey the difference between traditional teaching methods and learning through programming language in students in mathematics. For this purpose, a project was elaborated, which students of information systems and mathematics came together to provide materials and workshops to these students. In general, the main goal of the project is to mobilize the secretaries and managers of municipal and state schools to introduce the discipline of programming in the medium school curriculum.
KEYWORDS: Programming, mathematics, education, Python.

1 | INTRODUÇÃO

O avanço de novas tecnologias de softwares e hardwares, proporcionaram o uso dos computadores em todos os meios. Para o contexto do ensino e aprendizado, é necessário que as escolas se adequam a essa realidade PONTES (2018). O programa Educação Conectada feita pelo Ministério da Educação – MEC, orienta que as escolas planejam e inovam tecnologias voltada a educação, além também de prover recursos educacionais digitais nas salas de aulas MEC (2017). Os recursos digitais no ensino da matemática motivam os alunos e torna mais dinâmico e interessante as aulas, assim deixando-os familiarizados com a tecnologia como meio pedagógico DE OLIVEIRA (2019).

A Prova Internacional de Avaliação dos Estudantes – PISA, no qual foi realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP do Ministério da educação em 2018, apresenta dados sobre o nível de proficiência em matemática de 661 escolas no Brasil. Os desempenhos dos alunos são classificados em 06 (seis) níveis, que no Brasil 41% estão abaixo do nível 01 (um) e somente 0,1% dos alunos alcançaram nível 06 (seis). As escolas rurais possuí a pior proficiência comparados as escolas urbanas. Comparando esses dados com os apresentados no trabalho BASTOS (2019), houve uma redução de 2,74% nos alunos que estão abaixo do nível 01 (um), mesmo com uma redução ainda é preocupante o nível de conhecimento em matemática da maioria dos alunos no Brasil.

O ensino em matemática é preocupante em todos os níveis educacionais. Os alunos em sua maioria, entendem que a matemática é um conjunto de regras, métodos e fórmulas, no qual eles precisam decorar para poder solucionar os exercícios. Eles precisam entender que a matemática possuí estrutura lógica e sua linguagem, e com isso desenvolver raciocínio lógico NORATE (2010). A tecnologia torna-se um recurso essencial para competência do ensino matemático. DE OLIVEIRA (2019) destaca que as tecnologias digitais disponíveis devem viabilizar o ensino matemático à resolução de problemas e desenvolvimento sócio computacional, para que os alunos compreendam como essas tecnologias funcionam e suas linguagem de programação específicas.

BASTOS (2019) destaca que é possível utilizar um software para o aprendizado em

matemática nas escolas. Para isso, o *Python* é uma ótima escolha, pois sua linguagem possuí uma sintaxe mais clara e objetiva, dessa forma facilitando a compreensão dos alunos nas atividades realizadas. Na pesquisa do PERALTA (2018), demonstra que os alunos estudam linguagem de programação como forma de que os mesmos estão "ensinando" (programar) as máquinas (computadores).

GRESSE VON WANGENHEIM et al. (2019) destaca: "Associado ao pensamento computacional, cumpre salientar a importância dos algoritmos e de seus fluxogramas, que podem ser objetos de estudo nas aulas de Matemática. Um algoritmo é uma sequência finita de procedimentos que permite resolver um determinado problema. Assim, o algoritmo é a decomposição de um procedimento complexo em suas partes mais simples, relacionando-as e ordenando-as, e pode ser representado graficamente por um fluxograma."

Neste contexto, o presente artigo visa abordar novas metodologia de ensino computacional nas escolas por meio de uma linguagem de programação para desenvolver o raciocínio lógico dos alunos e fortalecer o aprendizado em matemática. No qual, será introduzido ferramentas e tecnologias no meio educacional e instigar eles a utilizarem em casa como algo inovador.

Para fortalecer o trabalho, foram levantados estudos bibliográficos. Dessa forma, estabelecendo um cronograma, no qual a primeira seção é de trabalhos relacionados com a tecnologia no ensino em sala de aulas. Em seguida, uma visão da metodologia do projeto de pesquisa chamado Projeto *Python* de 2019 com vigência de 01 (um) ano, organizado pela Universidade Federal do Pará. Depois uma seção demonstrando como a computação influenciam na aprendizagem dos alunos. Após, seguindo de resultados obtidos através de dados coletados em oficinas durante o projeto. Por fim considerações finais sobre o trabalho.

2 | TRABALHOS RELACIONADOS

Atualmente, a computação vai ganhando espaço na educação. Várias ferramentas são incluídas como forma pedagógica para guiar o ensino de pensamento computacional na Educação Básica. Um exemplo dessas ferramentas é o K-12 Computer Science Framework. No qual, essa ferramenta organiza o conhecimento de computação em conceitos fundamentais como: sistemas computacionais, rede e internet, dados e análise, algoritmo e programação, e por último impactos da computação. Sua principal forma de abordagem é algoritmo e programação, portanto os alunos devem aprender de forma crescente de como funciona os algoritmos e como são projetados GRESSE VON WANGENHEIM et al. (2019).

Os Softwares Educacionais são ferramentas desenvolvidas com viés na área da educação, para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, os alunos aprimoram conhecimentos na área de informática, além de também aprender a área de conhecimento onde foi inserido o software ROCHA (2019).

Além de softwares educacionais, o trabalho desenvolvido por MOREIRA et al. (2019) utiliza de uma ferramenta de desenvolvimento de jogos para auxiliar no ensino de matemática. A ferramenta RPG Maker utilizado em seu trabalho é um desenvolvedor de jogos no estilo RPG, no qual foi desenvolvido um jogo com intuito de trabalhar conjuntos numéricos e suas operações, como: Sistema de numeração decimal - leitura, escrita, comparação e ordenação de números naturais de até cinco ordens; Composição e decomposição de um número natural de até cinco ordens, por meio de adições e multiplicações por potências de 10; Propriedades das operações para o desenvolvimento de diferentes estratégias de cálculo com números naturais; Problemas envolvendo diferentes significados da multiplicação e da divisão: adição de parcelas iguais, configuração retangular, proporcionalidade, repartição equitativa e medida; Problemas de contagem e Números racionais: frações unitárias mais usuais.

SILVA (2019) apresenta em sua pesquisa um projeto aplicado aos alunos do 1º ano do Ensino Médio através de um jogo chamado Cubra Doze, no qual seu objetivo é ensinar conteúdos matemáticos envolvendo as quatro operações aritméticas, cálculo mental, atenção, agilidade de raciocínio, além de desenvolvimento cognitivo, afetivo e emocional.

PEREIRA et al. (2019) desenvolveu um aplicativo com objetivo de ensinar e apresentar Superfícies Quadráticas. O aplicativo EducAR – Quadrics utiliza-se da tecnologia Realidade Aumentada (RA). Seu público alvo é o ensino superior, que ajuda no conteúdo específico da matemática, dessa forma demonstrando que a tecnologia pode ser utilizada em todos os meios da educação.

3 I METODOLOGIA

O presente trabalho possui como objetivo realizar uma pesquisa em campo, no qual foram realizadas oficinas e um material digital disponibilizadas aos alunos participantes. Contudo, as oficinas foram organizadas conforme representa a figura 1.

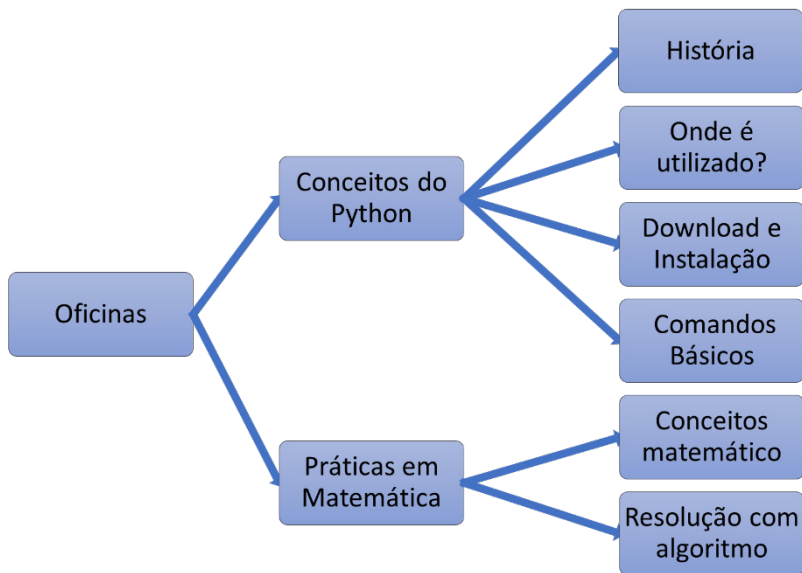



Figura 1. Metodologia de aprendizagem.

De acordo com fluxograma de aprendizagem, as oficinas foram divididas em duas etapas. A primeira etapa contextualizando a linguagem de programação *Python*, apresentando histórico sobre a linguagem, o motivo dela ser escolhida conforme as empresas que à utilizam, onde localiza-la e obtê-la e os comandos para poder desenvolver algoritmos, isso pode ser analisado na seção 4. Na parte de comandos básicos, é apresentado os tipos primitivos mais comuns: INT (números inteiros), FLOAT (números flutuantes), DOUBLE (números flutuantes com mais dígitos), STRING (cadeia de caracteres) e BOOLEAN (tipos booleanos, verdadeiro ou falso). Também operadores aritméticos, visto na tabela 1, onde apresenta os símbolos que são utilizados no *Python*. Por fim, usando comandos de lógica de programação para condições, acumuladores e repetições.

Operadores	**Descrição**	**Simbologia Python**
Adição (+)	Somatória de números ou caracteres	+
Subtração (-)	Subtração de números ou caracteres	-
Multiplicação (x)	Multiplicação de números ou caracteres	*
Divisão (÷)	Divisão de números ou caracteres	/
Potência	Potenciação de números	**
Divisão por inteiro	Utilizado para mostrar somente resultado inteiro de uma divisão, sem ser números fracionários.	//
Resto da divisão	Utilizado para mostrar o resto de uma divisão	%

Tabela 1. Operadores Aritméticos.

Já na segunda etapa, nas práticas em matemática, primeiramente foi apresentado o assunto matemático que será abordado na oficina, no qual é passado aos alunos o conceito sobre o tema escolhido. Após isso, é indagado os alunos a criar algoritmos através dos conhecimentos adquiridos na primeira etapa para solucionar o problema matemático mostrado na aula. Os resultados disso estão apresentados na seção 4. No final, é coletados informações sobre as oficinas através de questionários *online* com algumas perguntas para levantar dados sobre as oficinas, no qual é mostrado na seção 5.

3.1 Ferramentas utilizadas na metodologia de ensino

Para inserir os alunos em um ambiente de programação, foi utilizado a linguagem de programação *Python* na versão 3.7.2, seguindo de uma IDE (*Integrated Development Environment*), com o objetivo de melhorar e facilitar o desempenho na programação.

Nesse caso, foi escolhido a IDE *PyCharm* produzida pela empresa JetBrains. Sua interface proporciona uma visão mais clara do que está sendo desenvolvido, dessa forma melhorando no desempenho de programação do usuário BASTOS (2019). Nesse contexto, ensinar por esta IDE, ajuda na compreensão dos alunos, facilitando na aprendizagem dos comandos e a entender como funciona a lógica de programação.

Na formulação de questionários com o objetivo de coletar dados para análises, foi produzido pela ferramenta do Google, denominada de *Google Forms*. Com ela pode ser gerados gráficos e informações com as respostas dos alunos.

4 | PROGRAMAÇÃO *PYTHON* NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

As diretrizes para ensino de computação na educação básica disponível pela Sociedade Brasileira da Computação – SBC (SBC, 2019), ressalta a importância da computação para sociedade e ressaltam que todos os cidadãos do século XXI devem dominar os fundamentos da computação. Para que os modelos computacionais e modelos de processos sejam construídos é preciso o uso da matemática, esses modelos são denominados de algoritmos, no qual são técnicas que dependem de linguagens para representar, analisar e solucionar problemas, conhecida como Pensamento Computacional. Além disso, também incluem mais dois eixos que é mundo e cultura digital demonstrado na figura 2.

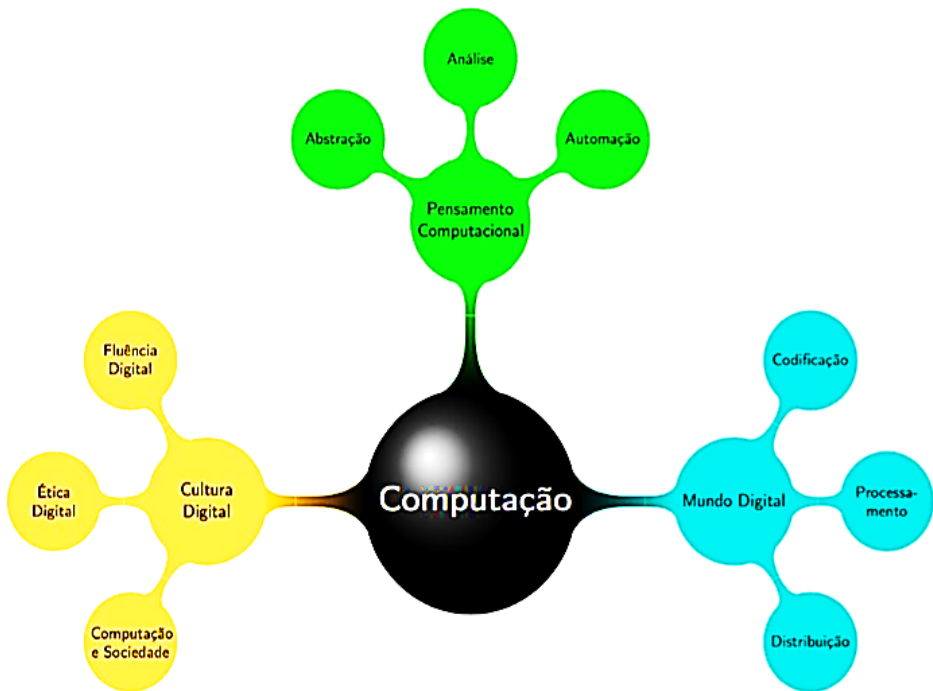



Figura 2. Eixos das diretrizes da SBC (2019).

O eixo mundo digital refere-se a importância do aluno em apropria-se desses processos que ocorrem nesse meio, para compreender ou criticar novas tendências, sendo participativo nesse mundo. O eixo cultura digital refere-se em estabelecer comunicação e expressão no Mundo Digital, através de letramento de tecnologia digitais SBC (2019). É importante acrescentar a necessidade de incluir esses eixos nas escolas, para assim esses estudantes cheguem no ensino superior já conhecimento em computação necessária.

Seguindo essas diretrizes, o Projeto *Python* formulou materiais que seriam apresentados nas oficinas, desde incentivos para área da computação à programação. Para que os alunos interessassem e dedicassem pelas atividades propostas em aula, foram apresentados programas e algoritmos feito no *Python* além de empresas que utilizam essa linguagem de programação. Contudo vários algoritmos foram feitos a partir dos assuntos matemáticos abordado em aula, conforme a tabela 2. Esses assuntos abordados tinham como objetivo focar no que a grade curricular dos participantes estava estudando, nesse sentido ajudar o aluno no ano letivo com mais conhecimento matemático.

Escolas	Localidade	Assunto Matemático
SENAI	Cametá – PA	Equação de 1º e 2º grau
MEST (Escola particular)	Mocajuba - PA	Sistema de equação 1º e 2º grau
EEEM Júlia Passarinho	Cametá – PA	Coordenadas da função
EEEM Júlia Passarinho	Cametá – PA	Matrizes
EEEM Francisca Nogueira	Baião – PA	Análise Combinatória

Tabela 2. Oficinas nas escolas.

4.1 Formulação de algoritmos

O termo algoritmo segundo livro de MAZANO (2016), é sequência de passos ordenados para realização de uma determinada tarefa, ou seja, sequencias bem definidas através de entendimento lógico, no qual o programador resolve o problema da tarefa a ele designado com o objetivo de criar um programa onde pode ser executado no computador. Ainda MAZANO (2016), compara os algoritmos como uma "receita de culinária", no qual o programador escreve o programa com o objetivo de criar um programa final, assim o usurário iria usufruir daquele software desenvolvido.

Nesse contexto, no Projeto *Python* foram elaborados códigos computacionais para resolver os assuntos matemáticos. Foi indagado aos participantes de como solucionar como exemplo a fórmula de Bhaskara em forma de algoritmo, no qual pode ser observado na figura 3.

```
#Equação de primeiro grau
a = int(input('Digite o coeficiente a: '))
b = int(input('Digite o coeficiente b: '))

x = -(b/a)

print('O valor de x da função é {}.'.format(x))

#Equação de segundo grau
a = int(input('Digite o coeficiente a: '))
b = int(input('Digite o coeficiente b: '))
c = int(input('Digite o coeficiente c: '))

delta = (b**2)-4*a*c

x1 = (- b + delta**(1/2))/(2*a)
x2 = (- b - delta**(1/2))/(2*a)

if delta > 0:
    print('As raízes são {} e {}.'.format(x1, x2))

if delta < 0:
    print('Não há raízes reais')
else:
    print('Existe duas raízes reais e iguais que é {}.'.format(x1))
```

Figura 3. Código da equação de 1º e 2º grau.

5 I RESULTADOS ALCANÇADOS

Participaram do projeto no total de 53 (cinquenta e três) alunos, no qual 08 (oito) eram do ensino fundamental II e 45 (quarenta e cinco) do ensino médio, onde mais informações são apresentadas na tabela 3. Foi levado em consideração que a maioria dos alunos envolvidos não tiveram contato com alguma ferramenta de programação, desta forma mostrando a importância do projeto ser elaborado. Somente 37 (trinta e sete) alunos responderam questionários com intuito de levantar informações sobre o perfil e dados para o projeto, pois a segunda oficina realizada na escola Júlia Passarinho não foi passada questionário pelo fato da maioria ter participado na primeira oficina. Também foram distribuídos certificação aos participantes.

Escolas	**Localidade**	**Participantes**	**nº de certificados**
SENAI	Cametá - PA	12	12
MEST	Mocajuba - PA	8	6
EEEM Júlia Passarinho	Cametá - PA	15	12
EEEM Júlia Passarinho	Cametá - PA	7	7
EEEM Francisca Nogueira	Baião - PA	11	11

Tabela 3. Quantidade de participantes das escolas.

Os questionários foram aplicados antes do início das oficinas e no término delas. Esses questionários tinham como objetivo demonstrar qual nível de conhecimento dos alunos e o impacto que as oficinas proporcionavam. Além disso, foram registrados os momentos como forma de portifólio para entregar a universidade como forma de relatório. Uns desses momentos podem ser vistos na figura 4.

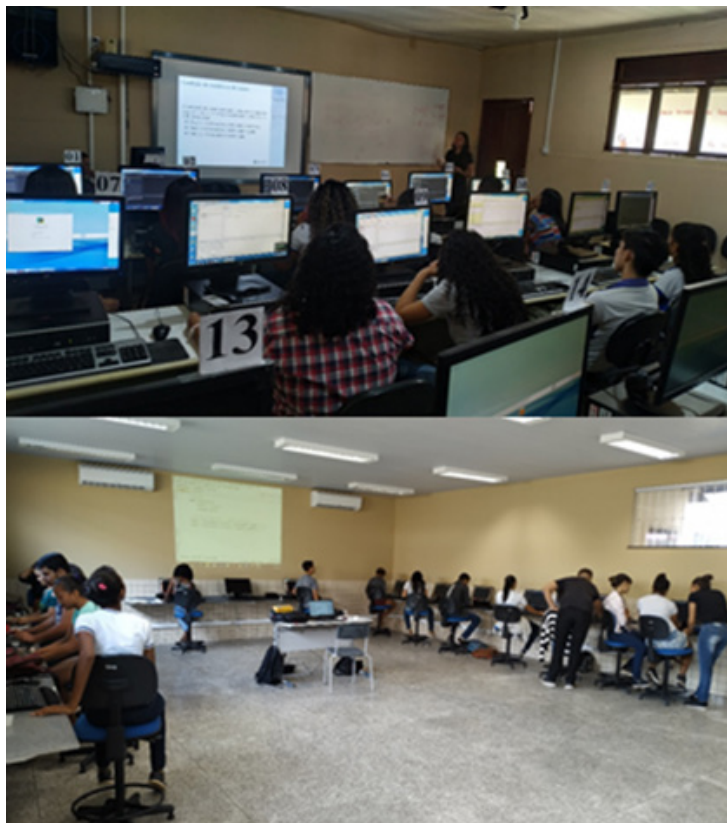



Figura 4. Imagens das oficinas.

Na figura 5 é exposto o total de respostas retiradas de uma das perguntas do questionário, sendo que do total de 37 participantes que responderam os questionários, 8,11% (03 alunos) responderam que não e os 91,89% (34 alunos) responderam que gostaram de aprender matemática através de programação.

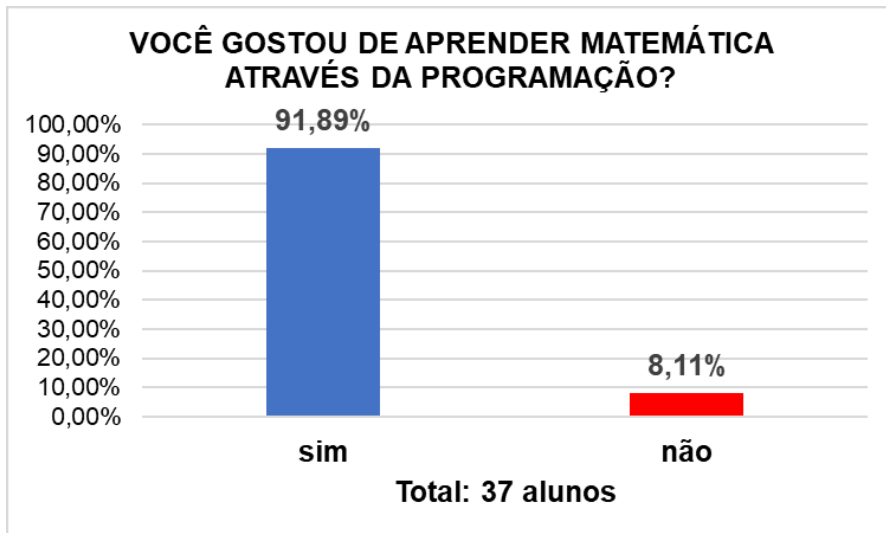



Figura 5. Pergunta retirada do questionário.

6 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os participantes atuaram de forma ativa na realização das atividades propostas, onde todos demonstraram interesse pela ferramenta. Notou-se que alguns alunos tiveram dificuldades na utilização dos códigos, porém com ajuda dos orientadores conseguiram compreender e concluir as atividades proposta em sala de aula.

As oficinas foram concluídas com êxito, mesmo onde as cargas horárias foram diferentes da outra. Foi gratificante para a equipe repassar um pouco do conhecimento aos alunos e trabalhar nesse projeto. Vale ressaltar também que na Região do Baixo Tocantins, em particular na cidade de Mocajuba e Baião as escolas e seus alunos possuem dificuldades logísticas resultando em um espaço amostral pequeno com as condições aplicáveis do projeto, mas mesmo assim conseguimos fazer o estudo proposto.

REFERÊNCIAS

BASTOS, Franck Antônio; PEREIRA, Jaqueline; COSTA, João; GAMA, Dalmi; COSTA, Ulisses Wyel. **UTILIZANDO PYTHON PARA APRENDIZADO DE MATEMÁTICA: PROGRAMAÇÃO APLICADA A MATEMÁTICA COM VIÉS COMPUTACIONAL**. III Congresso de Tecnologia e Desenvolvimento na Amazônia (CTDA). Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Santarém – PA, 2019.

DE OLIVEIRA, Claudia Lozada; CELESTINO, Claudia Celeste; GÓIS, Wesley. **Astroem para Professores e o Ensino de Matemática: Iniciação à Linguagem da Programação por Meio da Robótica**. *In*: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E), 4. 2019, Recife. Anais **[...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 108-117. DOI: https://doi.org/10.5753/ctrle.2019.8881.**

GRESSE VON WANGENHEIM, Christiane et al. **Desenvolvimento e Avaliação de um Jogo de Tabuleiro para Ensinar o Conceito de Algoritmos na Educação Básica**. Revista Brasileira de Informática na Educação, [S.l.], v. 27, n. 03, p. 310-335, dez. 2019. ISSN 2317-6121. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/v27n03310335>

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Prova Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA)**. 2018. Acesso em: outubro de 2020.

Manzano, José Augusto N. G. **Algoritmos: lógica para desenvolvimento de programação de computadores** / José Augusto N. G. Manzano, Jayr Figueiredo de Oliveira. - 28. ed. - São Paulo: Érica, 2016.

MEC, Ministério da Educação. **Programa Educação Conectada**. Brasília, F: Ministério da Educação, 2017.

MOREIRA, Igor Eduardo de Lima; LIRA, Arianny de Sousa; LEITÃO, Darlene Alves; RIOS, Jéssica de Alencar; NOBRE, Rafaela Gomes; DE LIMA, Sarah Nidia Costa; DE CASTRO, Juscileide Braga. **Vamos Jogar Matemática: Utilizando o RPG Maker para Produzir um Recurso Educacional Digital para o Ensino de Matemática**. *In*: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E), 4. , 2019, Recife. Anais **[...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 79-88. DOI: https://doi.org/10.5753/ctrle.2019.8878.**

NOTARE, Márcia Rodrigues; BEHAR, Patrícia Alejandra. **Comunicação e Aprendizagem Matemática On-line: Um Estudo com o Editor Científico ROODA Exata**. Revista Brasileira de Informática na Educação, [S.l.], v. 18, n. 01, p. 44, jun. 2010. ISSN 2317-6121. Disponível em: https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1207

PERALTA, Deise Aparecida; GUIMARÃES, Eduardo Cortez. **A robótica na escola como postura pedagógica interdisciplinar: o futuro chegou para a Educação Básica?**. Revista Brasileira de Informática na Educação, [S.l.], v. 26, n. 01, p. 30, jan. 2018. ISSN 2317-6121. Disponível em: https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/7136

PEREIRA, Lidiane Teixeira et al. **EducAR – Quadrics: Uma Ferramenta de Apoio ao Ensino de Cálculo com Realidade Aumentada**. Revista Brasileira de Informática na Educação, [S.l.], v. 27, n. 02, p. 198, out. 2019. ISSN 2317-6121. Disponível em: https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/v27n02198217/6052

PONTE, João. **Computadores, Pedagogia e Política**. *Investigar em Educação*, v. 2, n. 6, 2018.

ROCHA, Paul Symon Ribeiro; RAMOS, Carlos Vieira; BRASIL, Tainara Antunes. **A Utilização de Softwares no Ensino de Matemática para Ensino Fundamental e Médio**. *In*: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E), 4. , 2019, Recife. Anais **[...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 40-49. DOI:** https://doi.org/10.5753/ctrle.2019.8874.

SBC, Sociedade Brasileira de Computação. **Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica**. 2019. Disponível: https://www.sbc.org.br/educacao/diretrizes-para-ensino-de-computacao-na-educacao-basica

SILVA, Ana Carolina Santos; FALCÃO, Taciana Pontual. **Virtualização de Jogos Matemáticos: uma Avaliação do Cubra Doze**. *In*: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E), 4., 2019, Recife. Anais **[...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 50-59. DOI: https://doi.org/10.5753/ctrle.2019.8875.**

CAPÍTULO 16

MICROSSERVIÇOS

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão: 24/02/2021

Thiago Felipe de Sousa Castro
Graduando em Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Centro Universitário Fametro - Unifametro
Fortaleza - CE
http://lattes.cnpq.br/4612707832498322

Felipe Gomes de Melo Vale
Graduando em Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Centro Universitário Fametro - Unifametro
Fortaleza - CE
http://lattes.cnpq.br/6951723093396115

Fábio Henrique Fonseca de Sousa
Mestre em informática Aplicada - Universidade de Fortaleza - UNIFOR-CE
Docente do Curso de Sistema de Informação - UNIFAMETRO
Fortaleza - CE
http://lattes.cnpq.br/8874281881882159

Encontro Científico: VIII Encontro de Monitoria e Iniciação Científica

RESUMO: Uma das propriedades de um ser vivo é a evolução, com o passar do tempo basicamente tudo se modifica e evolui. Assim como Darwin teorizava, o ser vivo precisa se adaptar e evoluir, caso o contrário, ele é extinto. No mundo do desenvolvimento de software essa teoria ocorre de forma similar. Com o passar dos anos novas metodologias, ferramentas e tecnologias vão surgindo para facilitar a construção e a manutenção dos sistemas além de tornar as características funcionais e não funcionais mais atrativas e usuais para o cliente. A arquitetura monolítica dominou o mercado por vários anos, porém, com o passar do tempo, foram sendo evidenciados os problemas que acompanhavam essa arquitetura. Nesse cenário, a arquitetura de microsserviços entra como uma evolução natural, sendo uma abordagem alternativa que visa a diminuição de acoplamento do código, da organização e da independência dos serviços (Módulos que possuem funções próprias). Nesse artigo, foram levantados os pontos principais que indicam o valor agregado gerado pela implementação dos microsserviços, quais os desafios relacionados a sua implementação e resultados obtidos por grandes empresas ao implementar essa arquitetura. Para chegar em tais resultados foram feitas pesquisas e análises sistemáticas de documentos e relatórios inerentes aos resultados, riscos e custos relacionados ao tema.
PALAVRAS-CHAVE: Microsserviços; Monolítico; Arquitetura; Evolução.

MICROSERVICES

ABSTRACT: One of the properties of a living being is evolution, over time basically everything changes and evolves. Just as Darwin theorized, living things need to adapt and evolve, otherwise they become extinct. In the world of software development this theory occurs in a similar way. Over the years new methodologies, tools,

and technologies have emerged to facilitate the construction and maintenance of systems and to make functional and non-functional characteristics more attractive and usual for the client. The monolithic architecture dominated the market for several years, but as time went by the problems that accompanied this architecture became evident. In this scenario, the microservices architecture enters as a natural evolution, being an alternative approach that aims at the reduction of the code coupling, the organization and the independence of the services (modules that have their own functions). In this article, the main points that indicate the added value generated by the implementation of microservices were raised, which are the challenges related to its implementation and the results obtained by large companies when implementing this architecture. To arrive at such results, systematic research and analysis of documents and reports inherent to the results, risks, and costs related to the theme were performed.
KEYWORDS: Microservices; Monolithic; Architeture; Evolution.

INTRODUÇÃO

O mundo da tecnologia está em constante mudança e adaptação em todos os seus âmbitos. Todos os dias novas tecnologias surgem e mudam a forma que os profissionais enxergam seus objetivos e, no mundo da arquitetura de software, não é diferente. Por muito tempo a arquitetura monolítica foi tratada como padrão para o desenvolvimento de aplicações ao redor do mundo, porém, com o passar do tempo e com a evolução da tecnologia, seus problemas começaram a ser evidenciados. Nesse cenário entra a arquitetura de microsserviços, que, basicamente, consiste em decompor a aplicação em funções básicas, que são chamadas de serviços, cada serviço funciona de forma independente e individual, ou seja, eles podem funcionar ou falhar sem comprometer os demais.

OBJETIVOS

Explicar um tipo inovador de arquitetura de software e que, concatenado com a utilização de API's, vem ganhando grande força no mercado e mostrar quais os benefícios da utilização dessa arquitetura na construção de aplicações modernas

MÉTODOS

Foram realizadas pesquisas, aplicações práticas e comparações com a arquitetura monolítica para evidências os benefícios da arquitetura de microsserviços. O artigo científico “Do monolito aos microsserviços:

um relato de migração de sistemas legados da Secretaria de Estado da Tributação do Rio Grande do Norte” escrito por Yan de Lima Justino, serviu como base para a captura dados e informações sobre a diferença entre um sistema monolítico e um sistema guiado por serviços. Outra fonte de pesquisa foi o estudo elaborado por FOWLER (2014), que aponta quais as principais características da arquitetura de microsserviços e faz um estudo

de como tal arquitetura se aplica e se faz necessária no atual cenário de desenvolvimento de aplicações.

RESULTADOS

Através dos estudos realizados foram apresentadas algumas características da arquitetura de microsserviços, comparando-a com a arquitetura monolítica e foram identificados os principais pontos de divergência entre as arquiteturas, com suas vantagens e desvantagens.

Para começar, a arquitetura monolítica gera uma grande massa de funcionalidades de maneira conjunta, gerando uma grande quantidade de informação acumulada em um mesmo bloco. Já na arquitetura de microsserviços o processo é bem diferente pois cada funcionalidade é dividida em componentes individuais (serviços) que se comunicam e trocam informações de maneira dinâmica para atingir seus objetivos.

Uma outra diferença que vale a pena ressaltar é que, como a arquitetura de microsserviços é divida em componentes, caso ocorra erro em um deles, a correção é pontual no componente que está apresentando o problema. Já em uma aplicação monolítica, a correção é feita em cima do todo.

Outras características e benefícios da arquitetura de microsserviços que valem a pena ser citadas são: O alto nível de escalabilidade possibilita aproveitar partes isoladas e reprogramar ou substituir aquilo que já não tem mais utilidade gerando redução de custos, integração via API facilitada com serviços terceirizados e facilidade para realizar alterações no sistema. Segundo uma pesquisa global, efetuada pela Dimensional Research (2018), a agilidade (82%) e escalabilidade (78%) são os principais motivadores para a adoção dessa arquitetura e 63% daqueles que já utilizam microsserviços para produção dizem que já são bem-sucedidos.

A Walmart em 2005 não podia lidar com 6 milhões de visualizações de página por minuto, logo a alternativa foi migrar para microsserviços em 2012. Dessa maneira, puderam economizar 40% do poder de computação, economia de 20% a 50% no custo geral, os pedidos via smartphone aumentaram 98% e não houve mais tempo de inatividade durante períodos de alta demanda como Black Friday.

A Netflix, uma das empresas pioneiras na utilização de microsserviços, alavancam mais de 500 microsserviços e API Gateways que lidam com mais de 2 bilhões de solicitações de borda de API diariamente. Dessa maneira, é natural que 86% dos desenvolvedores internacionalmente esperam que se torne a arquitetura de aplicativo padrão nos próximos cinco anos.

É bem comum, na implantação dos microsserviços, haver resistência por parte das pessoas em aceitar as mudanças propostas por essa arquitetura. Há alguns outros desafios que devem ser considerados durante a implementação e/ou transição para a arquitetura

de microsserviços. De acordo com a pesquisa já citada anteriormente, efetuada pela Dimensional Research (2019), 73% acham que a solução de problemas é mais difícil em um ambiente de microsserviços, 98% dos que enfrentam problemas possuem dificuldade para identificar a causa raiz e 87% dos que estão na produção relatam microsserviços geram mais dados de aplicativos.

CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolver um produto de qualidade não é uma tarefa fácil. Agradar o cliente e entender corretamente o que ele espera do produto é uma tarefa realmente árdua. A arquitetura de microsserviços chega para facilitar a vida das equipes de desenvolvimento. Por conta de sua modularidade, se torna bem mais simples que as aplicações sejam incorporadas a um negócio para impulsionar o desempenho do mesmo. Essa tecnologia possibilita que o sistema seja analisado de maneira descentralizada, por diferentes pessoas que possam fazer correções pontuais. O fato é que os microsserviços trazem inovação e podem agregar um grande valor às empresas que o incorporarem. Fazendo o estudo de caso correto e preparando o ambiente para sua utilização, a arquitetura de microsserviços pode mudar a forma que os clientes e os profissionais envolvidos enxergam o produto.

REFERÊNCIAS

MEDIUM. **Introdução à arquitetura de microsserviços**. Disponível em: https://medium.com/introducao-a-arquitetura-de-microservicos/introdu%C3%A7%C3%A3o-a-microsservi%C3%A7os-25378269e6f9. Acesso em: 5 out 2020

REDHAT. **O que são os microsserviços**. Disponível em: https://www.redhat.com/pt-br/topics/microservices/what-are-microservices. Acesso em: 5 out 2020

IUGU BLOG. Tudo que você precisa saber sobre microsserviços. Disponível em: https://iugu.com/blog/arquitetura-de-microsservicos/#. Acesso em: 6 out 2020

JUSTINO, Yan. **Do monolito aos microsserviços: um relato de migração de sistemas legados da Secretaria de Estado da Tributação do Rio Grande do Norte**. 2018. Dissertação de Mestrado (Mestrado, Engenharia de software) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [*S. l.*], 2018.

Dimensional Research. **GLOBAL MICROSERVICES TRENDS**. Disponível em: https://go.lightstep.com/rs/260-KGM-472/images/global-microservices-trends-2018.pdf. Acesso 11 out 2020.

FOWLER, Martin. **Microsserviços**. Disponível em: https://martinfowler.com/articles/microservices.html#:~:text=In%20short%2C%20the%20microservice%20architectural,often%20an%20HTTP%20resource%20API. Acesso 10 out 2020.

CAPÍTULO 17

PROTÓTIPO DE UM DINAMÔMETRO DE BAIXO CUSTO PARA MEDIÇÃO DE FORÇA MUSCULAR UTILIZANDO ARDUINO

Data de aceite: 28/04/2021

Marciel Bezerra de Moura
Centro de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Mossoró – RN – Brasil

Mateus Ânderson Barreto Duarte
Centro de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Mossoró – RN – Brasil

Theo Martins de A. Paiva
Centro de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Mossoró – RN – Brasil

Maycon Jean de Moura
Centro de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Mossoró – RN – Brasil

Francisco Magno M. Sobrinho
Centro de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Mossoró – RN – Brasil

RESUMO: Na área medicinal, a utilização de instrumentos de medição precisos para a determinação de diagnósticos mais rápidos tem sido um dos grandes avanços da tecnologia. Assim, este trabalho trata da criação de um protótipo para a medição de força muscular, destinado a área fisioterapêutica, utilizando recursos de baixo custo e de fácil acesso, com capacidade máxima de 100 quilogramas, sendo possível assim a sua utilização em diversos membros do corpo. O protótipo apresenta um sistema embarcado, que registra todas as medições feitas, além de possuir uma interface com o usuário de fácil utilização. Após a construção do protótipo, várias medidas foram efetuadas, comprovando a sua viabilidade para a utilização na área medicinal.
PALAVRAS-CHAVE: Célula de carga; Medidor de força muscular; Protótipo de baixo custo; Eletrônica embarcada; Arduino.

ABSTRACT: In the medical field, the use of accurate measuring instruments to determine faster diagnoses has been one of the great advances in technology. Thus, this work deals with the creation of a prototype for the measurement of muscular strength, intended for the physiotherapeutic area, using low cost and easily accessible resources, with a maximum capacity of 100 kilograms, thus making it possible to use it in several members of the body. The prototype features an embedded system, which records all measurements made, in addition to having an easy-to-use user interface. After the prototype was built, several measures were taken, proving its feasibility for use in the medical field.
KEYWORDS: Load cell; Muscle strength meter; Low cost prototype; Embedded Electronic System; Arduino.

1 I INTRODUÇÃO

A criação de um protótipo para a medição de força muscular utilizando um microcontrolador é um projeto dedicado a suprir a demanda de

equipamentos de baixo custo com boa precisão na área da saúde, mais especificamente na área do estudo muscular. Contribuindo assim para a melhoria do serviço medicinal do Brasil. O projeto utiliza um Arduino na prototipagem e componentes de baixo custo, como os sensores e ferramentas simples.

A utilização de um instrumento capaz de medir força é bastante comum na área da saúde, esses instrumentos mostram como está o estado dos músculos de determinados pacientes. Na fisioterapia, por exemplo, um fisioterapeuta pode avaliar o progresso muscular de um paciente com lesão a partir da força que exerce sobre um instrumento com essa finalidade.

O projeto, então, visa responder a seguinte pergunta: é possível criar um instrumento relativamente preciso e de boa qualidade, utilizando ferramentas e materiais de baixo custo, que possa ser utilizado como complemento para instrumentos de diagnóstico de força mais caros?

Por ser um instrumento muito caro, devido ao mesmo não ser encontrado facilmente no Brasil, e por ser necessário na área da saúde, o projeto proposto tenta viabilizar a construção deste instrumento utilizando material de baixo custo e disponibilizá-lo a universidade ou às instituições privadas locais para a sua utilização e melhoria do projeto. Assim, o projeto consiste na utilização de uma plataforma acessível e barata, o Arduino, para a criação de um instrumento capaz de realizar medições e registros de força muscular, com a finalidade de obter dados referentes à qualidade dos músculos de um determinado paciente examinado com o instrumento, utilizando então esses dados para a obtenção de diagnósticos melhores e mais precisos.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Força muscular é a capacidade fisiológica da musculatura produzir ou gerar determinada tensão ou compressão Marques (2002). Logo, os músculos devem se contrair, de forma a realizar um movimento ou simplesmente para manter os ossos alinhados visando o equilíbrio postural. O corpo humano possui três tipos de contrações musculares capazes de gerar algum tipo de tensão: a contração isotônica – realizada dinamicamente contra resistência à medida que o músculo se alonga (excêntrica) ou se encurta (concêntrica) na amplitude de movimento existente; a contração isocinética – forma de contração isotônica, na qual a velocidade e o encurtamento do músculo são controlados por um equipamento limitador; e a contração isométrica – realizada estaticamente quando um músculo se contrai sem mudança apreciável no seu comprimento KISNER (2004).

A manutenção dessa força muscular é de extrema importância, pois os movimentos do corpo humano precisam da força muscular para ocorrer, seja para atividades físicas desportivas, atividades laborais, recreação, etc. Logo, o comportamento dessa força em pacientes que sofreram algum tipo de impacto muscular, seja por acidentes, por doenças

ou por algum tipo de anomalia, deve ser medido e acompanhado de forma precisa para detalhar ao máximo o diagnóstico e assim determinar o tipo de tratamento em que o indivíduo irá necessitar. Faz-se então necessário a utilização de ferramentas médicas para a obtenção de dados referentes a essa força muscular atuando no paciente.

2.1 Medidores de Força Fisioterapêuticos

Na área medicinal, a força que é determinada por parte do corpo, pode ser de suma importância, pois pode ser quantificada para cada biotipo, sendo possível adotar um padrão. Assim, pode-se chegar a diversos diagnósticos musculares ou até mesmo ortopédicos a partir de resultados da força exercida por um determinado membro, por exemplo. Existem diversos tipos de medidores de força empregados na área fisioterapêutica, como exemplo se tem o dinamômetro digital de mão, ou o dinamômetro Jamar demonstrado nas Figuras 1a) e 1b), respectivamente, que são instrumentos utilizados para medir a força máxima que a mão consegue exercer de acordo com a tensão ou a contração que ela exerce sobre um transdutor ou sensor interno do instrumento INSTRUTHERM (2019).

Figura 1. a) Dinamômetro digital de mão, b) Dinamômetro Jamar (Adaptado de Instrutherm, 2019).

Porém, esses instrumentos não possuem um sistema de medição aprimorado para a execução de um diagnóstico mais preciso, além disso, funcionam restritamente como medidores de força muscular na região das mãos, não sendo possível a sua utilização para a determinação de diagnósticos em outros membros do corpo. Alguns instrumentos da área fisioterapêutica conseguem ser mais eficientes, abrangendo uma boa captação dos dados e uma maior precisão do diagnóstico, porém devido a essa eficiência, ainda são muito caros e pouco utilizados. Assim, surge a necessidade da utilização de instrumentos alternativos que possuam uma boa precisão e que não sejam tão caros.

3 I COMPONENTES DO PROTÓTIPO

Utilizando como base o Arduino, os sensores foram dimensionados para que fosse possível a implementação do protótipo da melhor forma, utilizando componentes de fácil acesso e que sejam pequenos o suficiente para a utilização de forma embarcada, ou seja, de forma compacta o suficiente para a utilização portátil em diversos locais, em consultas, didaticamente, etc.

3.1 Células de Carga

Para a prototipagem, as células, Figura 2, que mais se adequaram tendem a ser células com uma capacidade maior, pois alguns membros do corpo, como por exemplo as pernas, exercem uma força muito alta, ultrapassando os 200 Newtons (N) para alguns casos. Assim, a célula de carga mais adequada para o trabalho é a célula de 50 quilogramas, que irá trabalhar em conjunto com outra de mesma capacidade, totalizando assim 100 quilogramas de capacidade no instrumento, ou seja, uma capacidade de aproximadamente 0,98kN de força máxima.

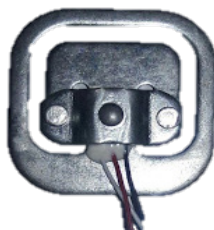



Figura 2. Célula de carga de 50kg (Autoria própria).

3.2 Módulo Amplificador HX711

Para a utilização das células de carga em um Arduino, é necessário um módulo amplificador do sinal das células, pois as células de carga geram uma diferença de potencial muito baixa para o Arduino. Esse sinal deve ser amplificado para que haja um bom funcionamento no controlador, para isso, o módulo HX711 de 24 bits é o mais utilizado. O módulo possui terminais de entrada que podem conectar mais de uma célula, sendo possível então a utilização de duas células em conjunto, além de ser barato e de fácil acesso.

O módulo foi projetado para trabalhar diretamente com sensores em ponte de Wheatstone para aplicações de medição de forças diversas, seja por pesos colocados estaticamente ou por forças constantes sob a célula de carga. O multiplexador de entrada seleciona entre dois canais diferenciais A e B. Cada canal diferencial pode ser ligado em até duas células de carga (A+ e A- e B+ e B-).

3.3 Módulo SD

Para o armazenamento dos dados, é necessário algum tipo de memória, seja ela um servidor na internet ou uma memória física. Por se tratar de um protótipo barato, a melhor escolha é o módulo SD, pois não é necessário conexão com a internet e não depende de qualquer outro fator externo. Um módulo SD é um componente eletrônico que possui um soquete para a inserção de um cartão de memória do tipo SD de qualquer tamanho, assim, utilizando um cartão SD de 8GB, o instrumento irá possuir uma memória enorme de registro e poderá ser trocado facilmente caso haja algum defeito.

3.4 LCD 16X2

Como se trata de um protótipo onde o mesmo será utilizado para diagnósticos rápidos, faz-se necessário uma forma de exibir os valores correspondentes das medições ao usuário. O melhor *display* que atende aos requisitos é um *display* de cristal líquido 16x2, que exibe duas linhas de informação por vez na tela e se trata de um componente barato. Ao ser utilizado com uma resistência variável em seu terminal, é possível regular o contraste da tela, melhorando a utilização do protótipo.

3.5 Módulo RTC

Para a obtenção de valores temporais como os valores de data e hora, foi utilizado um módulo RTC (*Real Time Clock* - relógio de tempo real), contendo uma bateria do tipo botão de 3V. Esse módulo registra a hora e a data como um relógio comum, funcionando mesmo com o sistema desligado devido a sua alimentação externa da bateria de 3V, impedindo que haja atraso ou adiantamento da hora, assim é possível o registro temporal preciso das medições no cartão e na tela.

3.6 Botões de Interface

Como o LCD utilizado exibe apenas duas linhas de informações, e o instrumento em sua utilização precisa ser zerado de tempo em tempo, fez-se necessário a utilização de botões para a fácil utilização do usuário. Dois botões do tipo *pushbutton* foram escolhidos para a utilização no protótipo, são botões baratos e de fácil utilização. Um botão será utilizado para a zeragem do medidor de força e outro será responsável pela integração do *display* com o usuário, exibindo três telas com informações variadas.

4 | CIRCUITO DO PROTÓTIPO

O circuito deverá funcionar com a lógica descrita na Figura 3, as células de carga receberão uma força de até 0,98kN, que partirá de uma força efetuada por algum membro do corpo do usuário, onde a deformação fará com que nos terminais surja uma pequena diferença de potencial. O módulo amplificador HX711 irá amplificar o sinal para que seja

possível a leitura para o Arduino. Ao mesmo tempo, a placa receberá os sinais do HX711 e do módulo RTC, que irá enviar os dados de data e hora atuais, sendo então capaz de implementar os dados para o LCD. O LCD será responsável pela exibição das informações coletadas ao usuário. O Módulo SD será responsável pelo armazenamento dos dados no cartão SD para a futura utilização.

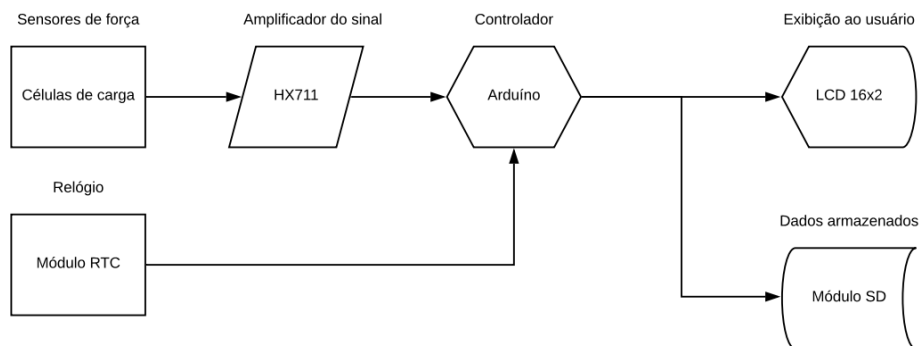



Figura 3: Diagrama de blocos da lógica do protótipo (Autoria própria).

5 I CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Após a simulação do protótipo e os ajustes finais, os componentes para a fabricação do instrumento, os componentes foram comprados, utilizando diversos fornecedores na internet. Os preços foram variados, porém todos os componentes tiverem um preço baixo, não chegando a 10 reais por componente, com exceção do Arduino, atendendo ao requisito de ser um protótipo de baixo custo. Os preços, obtidos em junho de 2019, estão mostrados na Tabela 1.

Componente	Preço por unidade	Número de itens	Fornecedor
Arduino UNO R3	R$ 13,13	1	Aliexpress.com
Bateria 9V	R$ 9,99	1	Mercadolivre.com
Célula de carga 50kg	R$ 2,59	2	Aliexpress.com
HX711	R$ 2,25	1	Aliexpress.com
LCD 16x2	R$ 4,92	1	Mercadolivre.com
Módulo SD	R$ 9,90	1	Mercadolivre.com
Pushbutton	R$ 0,20	2	Mercadolivre.com
RTC	R$ 2,26	1	Mercadolivre.com

Tabela 1: Lista de preço dos componentes eletrônicos do protótipo (Autoria própria).

Com aproximadamente cinquenta reais foi possível a construção do protótipo para a medição de força muscular. Enquanto um dispositivo semelhante, como por exemplo o LAFAYETTE HAND-HELD DYNAMOMETER, custa em média mil e duzentos dólares, onde convertendo na moeda brasileira utilizando o dólar a quatro reais, custa cerca de quatro mil e oitocentos reais, segundo os fornecedores.

Como o protótipo possui duas células em conjunto, fez-se necessário uma peça de suporte que seja possível a sua utilização combinada com as células e que possua uma área para a aplicação da força, assim, a peça para o suporte foi desenhada e dimensionada de acordo com a Figura 4. Os valores das dimensões da peça, representados na Figura 4 estão em milímetros.

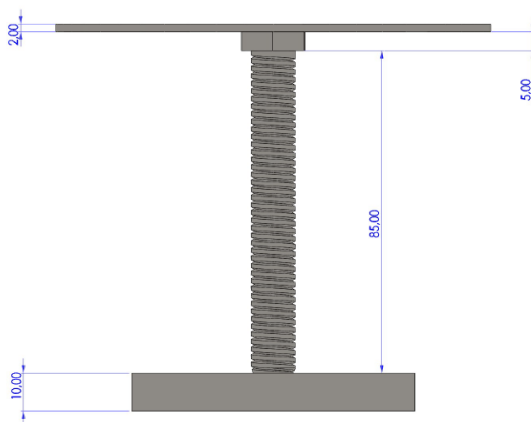



Figura 4: Esboço 2D da peça de suporte do protótipo (Autoria própria).

Após o processo de fabricação da peça de suporte, o instrumento é montado na caixa de madeira 16cm x 8cm, iniciado pela determinação dos locais de cada componente. As células de carga possuem uma base que deverá ser elevada para que seja possível a sua deformação e para que não haja nenhuma interferência no momento em que a força for medida. Para isso, utiliza-se o raiamento de bicicleta, que foi cortado e colado com cola quente nas extremidades da célula.

Após montado a base, os furos necessários para os botões e alguns componentes foram feitos e o circuito eletrônico foi montado e colocado dentro da caixa de madeira, confinado com uma pequena placa de acrílico na superfície junto com uma dobradiça, que tem o papel de facilitar a mudança de algum componente para o experimento ou algum ajuste final. O protótipo então foi finalizado com a fixação do *display* na caixa.

6 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 5 mostra o resultado final do protótipo, com sua base rosqueada, é possível, facilmente, a troca do disco de apoio, possibilitando a utilização do aparelho em diversos músculos.

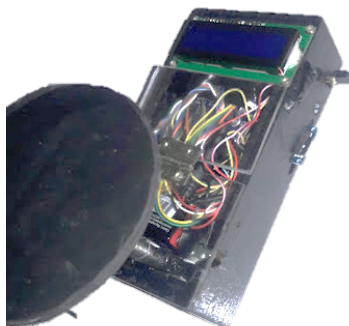



Figura 5: Protótipo final com disco de apoio acoplado (Autoria própria).

Para a calibração do protótipo, faz-se necessária a utilização de um peso padrão, que tenha um valor conhecido e que possua uma incerteza de medição baixa. Foi usado um peso padrão de 850 gramas. O peso então foi medido utilizando uma balança analítica de precisão, com uma resolução de 0,1g. Onde, após 15 medições, obteve-se o peso de 851,4g com incerteza de aproximadamente ±0,1g.

Após a medição do peso padrão, foi possível a utilização do mesmo para a calibração do protótipo. Foram feitas várias medições, posicionando o peso ao longo de todo o disco de apoio. O fator de calibração obtido pelo peso, foi implementado no código, concluindo então a construção do protótipo. A resolução foi ajustada para 0,01kg, ou seja, aproximadamente 10g de incremento digital.

Após o ajuste do fator de calibração como valor inicial para o protótipo utilizando o peso padrão, o instrumento foi calibrado novamente com vários pesos padrões de laboratório de metrologia. O protótipo foi calibrado utilizando o método de calibração direta por comparação, ou seja, vários pesos de diferentes massas foram colocados no protótipo, onde o valor exibido no *display* foi comparado com o valor verdadeiro convencional dos pesos padrões. Assim, o protótipo foi calibrado com pesos de até 20kg.

Os erros são calculados através das Equações 1 e 2, onde o erro máximo encontrado foi cerca de 530g, quando submetido a uma massa de 50kg, com uma incerteza de aproximadamente ±20g. A incerteza dos resultados é baseada em uma incerteza combinada para um nível de confiança de aproximadamente 95%. O Valor Verdadeiro Convencional (VVC), corresponde ao valor conhecido para os pesos padrões, dotados

de incerteza também conhecida. A média corresponde a soma dos valores medidos no instrumento utilizando o peso padrão, dividido pelo número de vezes em que foi medido, quinze ALBERTAZZI (2004). A Figura 6, mostra os resultados da calibração.

$$Erro = VVC - Media \quad (1)$$

$$Erro\ em\ \%\ do\ VFE = \frac{Erro}{VFE} x100 \quad (2)$$

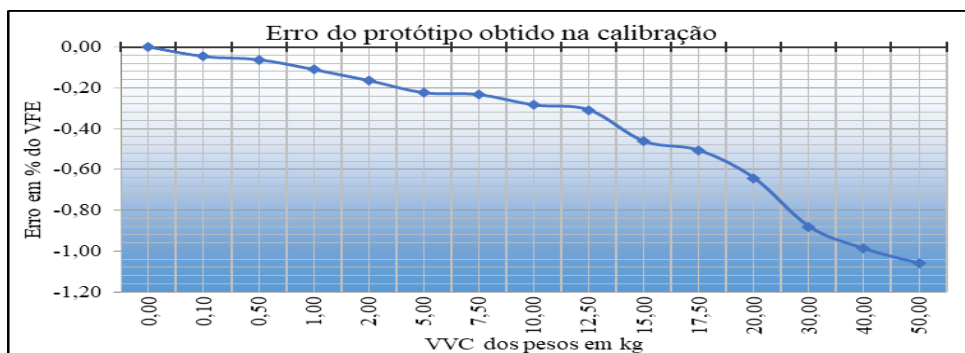



Figura 6. Gráfico do erro do protótipo em relação ao VFE em todos os pontos calibrados (Autoria própria).

Os resultados obtidos foram satisfatórios, mostrando que o instrumento é capaz de efetuar medições precisas ao ser submetido por forças de aproximadamente 500N. Por motivos didáticos e por motivo de não haver pesos suficientes para maiores massas, não houve testes acima dessa capacidade de 50kg. Porém, o resultado obtido já é o suficiente para mostrar que o instrumento pode ser utilizado em diagnósticos mais simples com pacientes reais.

7 I CONCLUSÃO

De acordo com o apresentado, pode-se concluir que o protótipo para medição de força muscular de baixo custo possui um alto custo-benefício, visto que o mesmo apresenta medições precisas, com um erro máximo de aproximadamente 1% para o valor final de escala de 50kg e teve um custo de fabricação de aproximadamente cinquenta reais.

Algumas melhorias podem ser feitas no instrumento como, por exemplo, a utilização de um *display* LCD maior, para a exibição de mais informações ao usuário. O instrumento também deve ser submetido a estudo de diferentes tipos de células de carga, pois existem vários tipos de célula de carga no mercado que podem facilmente se adequar ao protótipo. Para trabalhos futuros será necessária a participação de profissionais da área médica para melhorias mais específicas no instrumento.

Assim, foi possível criar um instrumento preciso e de boa qualidade, utilizando ferramentas de materiais de baixo custo que possa ser utilizado como substituto para instrumentos de diagnósticos de força mais caros. Mostrando uma grande capacidade de leituras e uma boa coleta de dados, demostrando um erro pequeno, que pode concorrer com outros instrumentos que já estão consolidados no mercado.

REFERÊNCIAS

ALBERTAZZI, ARMANDO G. Jr.; SOUSA, ANDRÉ R. Fundamentos de metrologia científica e industrial. São Paulo: Manole, 2008.

KISNER C, COLBY LA. Exercícios Terapêuticos – Fundamentos e Técnicas. Barueri, SP: Manole, 2004. 841p.

LAFAYETTE INSTRUMENT EVALUATION. Lafayette Hand-Held Dynamometer. Disponível em: <https://bit.ly/39C8Jk7>. Acesso em 19 jul. 2019.

MARQUES MAC. A força. Alguns conceitos importantes. Lecturas EF y deportes, 8(46), 2002. Disponível em: < https://bit.ly/2vDT5WE >. Acesso em: 1 jun. 2019

CAPÍTULO 18

REGRAS DO JOGO: UMA ANÁLISE DE SEUS TIPOS E RELACIONAMENTOS

Data de aceite: 28/04/2021

Dalmo Stutz
Coordenadoria do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação (COCSI-NF)
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)
Nova Friburgo/RJ, Brasil

RESUMO: Diferentes aspectos das regras nos jogos têm sido estudados por diversos autores. Apesar de apresentarem diferentes visões sobre as regras e propuseram diferentes classificações para elas, um pensamento é compartilhado pela maioria deles: as regras são um dos elementos principais de um jogo, senão um dos seus componentes mais importantes. Buscando organizar um melhor entendimento sobre o tema e visando auxiliar numa melhor compreensão a respeito dos jogos, neste artigo, introduzo uma abordagem particular de estudo e análise das regras nos jogos e suas relações.
PALAVRAS-CHAVE: Jogos, regras do jogo, tipos de regras.

ABSTRACT: Different aspects of the rules in games have been studied by several authors. Despite presenting different views on the rules of the game and proposing different classifications for them, a thought shared by most of them is that rules are one of the main elements of a game, if not one of its most important components. Seeking to organize a better understanding on the theme and aiming to help a better understanding about games, in this article, I introduce a particular approach to study and analyze the rules in games and their relationships.
KEYWORDS: Games, game rules, rule types.

1 | INTRODUÇÃO

Essencialmente, os jogos são sistemas compostos por elementos que interagem entre si, muitas vezes de maneiras complexas. Esses elementos têm sido analisados e classificados por diversos autores [1][2][3][4][5][6] e, apesar de terem diferentes visões e de haver algumas divergências de pensamento, existe um senso comum de que os jogos são atividades baseadas em regras.

As regras são a essência de um jogo e que fazem com que ele se diferencie dos outros tipos de entretenimentos. Para participar de um jogo, “aprendemos desde cedo que é necessário seguir as suas regras, do contrário, o jogo não se desenrola” [7]. Os jogos possuem regras e jogar um jogo, portanto, significa obedecer e seguir as suas regras.

No estado do jogo, experimentamos uma imersão em um mundo alternativo, um lugar especial no tempo e espaço criado pelo jogo, conhecido como círculo mágico [8][9]. O círculo mágico estabelece os limites onde o jogo acontece, separando o universo do jogo do mundo real, criando uma fronteira dentro da qual as regras do jogo representam e exercem autoridade. Dentro do círculo mágico,

“significados especiais surgem em torno de objetos e comportamentos, criando uma nova realidade definida pelas regras do jogo e habitada por seus jogadores” [5].

Uma outra característica do círculo mágico é que ele é de natureza frágil, desaparecendo no momento em que os jogadores não acreditam mais que o jogo esteja sendo jogado. Assim, o círculo se desfaz sempre que: o jogo acaba, é encerrado ou abandonado; o objetivo do jogo é atingido; jogadores chegam à condição de vitória; não há mais interação entre o jogador e o jogo/outros jogadores; algum jogador não segue mais as regras, etc.

2 | REGRAS DO JOGO

Segundo o dicionário [10], uma regra é definida como: “aquilo que regula, dirige, disciplina ou rege algo; padrão; princípio, norma ou preceito; o que foi determinado ou que se tem como obrigatório”.

De modo geral, as regras nos forçam à certos tipos de comportamentos, orientando-nos quanto à forma de agir e nos portar, objetivando promover habilidades de relacionamento social, integração e bem-estar, seja na própria sociedade ou em grupos sociais (p.ex.: jogadores).

As regras, quaisquer que sejam, visam de modo geral à harmonia e à felicidade de todos. “Se cada um de nós obedecesse apenas aos impulsos pessoais ou aos seus instintos, fazendo apenas aquilo que der na telha, não seria possível existir sociedade, pois cada um faria prevalecer a sua própria vontade sobre a dos outros” [7].

Ao falamos sobre regras do jogo, no entanto, “a artificialidade dos jogos impede que as suas regras tenham impacto fora do círculo mágico” [5]. Ou seja, as regras “nos colocam dentro do mundo do jogo, deixando saber o que está dentro ou fora dos limites” [5], criando um mundo artificial em separado, de alguma forma, da vida real.

Como exemplo, tomemos a disputa entre duas pessoas em pegar um saleiro numa mesa, onde uma delas resolve afastar ou bloquear o acesso do saleiro à outra pessoa que decide pegá-lo. Essa situação durante um jantar poderia soar deselegante ou mesmo rude. Porém, se essas mesmas pessoas estivessem jogando um jogo, essas ações não seriam vistas como problema, mas sim consideradas normais em razão delas estarem dentro do contexto do jogo e, portanto, sob suas regras [9].

Ao jogar, os jogadores se submetem voluntariamente, limitando o seu comportamento às restrições específicas impostas pelas regras do jogo. “Assim que o jogo começa, os jogadores são colocados dentro do contexto artificial do jogo - seu círculo mágico - e devem aderir às regras do jogo para participarem” [5].

A. Características intrínsecas das regras

De modo geral, é preciso que as regras do jogo possuam algumas características intrínsecas para que funcionem [5]. Elas devem:

- **Limitar as ações do jogador:** jogar um jogo é seguir as suas regras e fazer o que elas exigem e não fazer outras coisas em seu lugar.
- **Ser explícitas e inequívocas:** as regras não podem ser ambíguas, devem ser claras e completas.
- **Ser compartilhadas:** todos os jogadores devem compartilhar de um mesmo conjunto de regras.
- **Ser fixas:** se as regras de um jogo mudam sempre, a cada vez que o jogo for jogado, não teríamos mais esse mesmo jogo, mas sim um outro jogo diferente.
- **Ser obrigatórias:** as regras são feitas para serem seguidas. Sem elas, o círculo mágico não se estabelece e o jogo não acontece. Sem as regras, tem-se livre interação e, portanto, não se tem um jogo, no máximo, uma brincadeira.
- **Ser repetíveis:** de um jogo para o outro, devemos poder repetir as mesmas regras usadas na primeira partida.

Outra característica das regras é que elas são conceituais por definição, uma vez que descrevem como um jogo será, seus objetivos, o que os jogadores podem ou não fazer, o que pode acontecer em resposta as suas ações, as condições em que isso ocorre, quais recursos podem ser utilizados, restrições, sanções, correções, etc.

3 | TIPOS DE REGRAS E SEUS RELACIONAMENTOS

Alguns autores já propuseram diferentes classificações para as regras [1][5][11][12][13] com diferentes visões a respeito de sua classificação.

Considerando essas classificações, mais o conceito de regras não-escritas descritas por [14], na Fig. 1 é apresentado o modelo usado nesse artigo para a análise dos diferentes tipos de regras, sua hierarquia e relacionamentos. Basicamente, as regras de um jogo podem ser divididas em três grupos principais: regras constitutivas/ fundacionais; regras operacionais e regras não-escritas

A. Regras constitutivas/fundacionais

As regras constitutivas/fundacionais correspondem ao conjunto de regras "relacionadas apenas com o funcionamento interno da lógica central do jogo" [5]. É a base do que é necessário em um jogo, "desprovidos de qualquer referência aos objetos (p.ex.: tabuleiro, peças, personagens, etc.) e tudo o mais que transforma o jogo em uma experiência significativa" [13]. Nos jogos digitais, as regras constitutivas/fundacionais estão implementadas diretamente no código do sistema jogo.

Uma das tarefas dos designers de jogos é transformar as regras constitutivas em modelos simbólicos e matemáticos (*core mechanics*) para que possam ser implementados algoritmicamente nas mecânicas do sistema jogo [6]. Por exemplo, uma regra constitutiva

pode dizer que, em razão da gravidade, o salto de um astronauta na lua é mais alto do que um outro na terra, mas não informa o quanto mais "alto" é esse salto e nem como a gravidade afeta o astronauta e o seu pulo. Já, o *core mechanic* informa exatamente qual é essa altura nos dois ambientes, a velocidade do salto em cada lugar, a trajetória do salto, como a gravidade afetará o salto até que o astronauta retorne novamente à terra firme (p.ex.: 1,62 m/s² na lua e 9,807 m/s² na terra), entre outros.

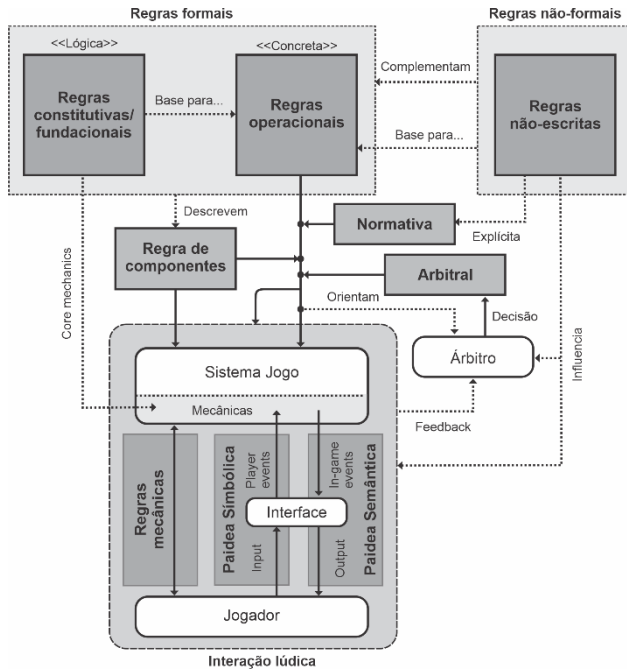



Fig. 1. Tipos de regras e suas relações.

B. Regras operacionais

Regras operacionais consistem no conjunto de regras que "dizem respeito diretamente ao comportamento e interação dos jogadores com o jogo" [5], orientando-os no que precisam para jogar, descrevendo com precisão como devem interpretar e manipular os objetos do jogo.

Diferente das regras constitutivas, as regras operacionais fazem referência e se envolvem diretamente com os objetos de interação de um jogo (p.ex.: peças, tabuleiro, dados, personagens, etc.), incluindo os dispositivos de entrada (p.ex.: mouse, teclado, controle, etc.) comumente utilizados nos jogos digitais.

Diversos conjuntos de regras operacionais podem ser formulados a partir de um determinado conjunto de regras constitutivas na qual se baseia. Por exemplo, se uma regra

constitutiva diz que o jogador deve sortear um número e aquele que obtiver o maior valor começa o jogo primeiro. Dependendo da implementação do jogo, essa regra pode originar em qualquer uma das seguintes regras operacionais, por exemplo: um jogador lança um dado; o sorteio é feito, pegando-se um número de dentro de uma sacola; roda-se uma roleta numérica; emprega-se um aplicativo de sorteio; o jogador mais velho começa primeiro, etc.

A relação entre as regras constitutivas e operacionais descrevem uma singularidade, que dá ao jogo a sua identidade, construindo o seu repertório de regras e nos permitindo distingui-lo dos demais jogos.

Juntas, as regras constitutivas e operacionais são a essência de um jogo e representam o conjunto de regras formais [5]. Pegue, como exemplo, o jogo de xadrez (go, gamão, ou qualquer outro jogo de tabuleiro) e o imagine sendo jogado de diferentes maneiras: um usando o tabuleiro (analógico) e um outro, um computador (jogo digital); um amigo ensinando outro a jogar e uma disputa mundial entre dois mestres, valendo um título mundial; um jogado na antiguidade e outro nos tempos atuais; etc. Apesar das diferenças entre esses jogos que estão sendo jogados, todos eles estão jogando xadrez e compartilhando de uma mesma coisa em comum: as regras do xadrez. São essas regras que unem todos os jogos de xadrez que já foram, estão ou ainda serão jogados.

As regras operacionais representam a parte concreta da regra do jogo e devem possuir a maioria das características intrínsecas (apresentadas anteriormente) para que funcionem. Por definição, as regras operacionais devem ser explícitas (escrita, verbal ou simbólica), podendo se apresentar de diversas formas: manuais, livros de regras, regulamentos, regras de torneio, regras oficiais/não oficiais, regras da casa, definidas em comum acordo, transmitidas de boca a boca, tutoriais *in-game*, etc.

De modo geral, os jogos não digitais (analógicos) requerem que as suas regras operacionais estejam na forma escrita (p.ex.: manual do jogo). Já, nos jogos digitais, os jogadores não precisam conhecer exatamente quais são as regras do jogo, eles só precisarão saber como jogá-lo.

Na maioria dos jogos digitais, as regras operacionais não se apresentam na forma escrita, mas, sim, na forma de tutoriais *in-game*, empregando inclusive outros modelos tais como, por exemplo: aprendizagem por tentativa e erro; intuição (p.ex.: se há uma porta, então posso tentar abri-la); "siga o líder" em que algum personagem do jogo pode "mostrar" ao jogador "o que fazer" (p.ex. subir uma parede íngreme) e "como fazê-lo" (p.ex.: usando múltiplos saltos em sequência) durante o curso do jogo; dicas on-line, etc.

C. Regras não-escritas

Por definição, as regras operacionais são limitadas e descrevem apenas aquilo que é necessário para jogar, já que não são capazes de regular e antever todas as possibilidades que podem acontecer em um jogo.

Nenhuma lista finita é capaz de incluir um número infinito de possibilidades ou

variações. Um outro problema com as regras de um jogo, como qualquer outra regra, é que elas são declaradas usando alguma linguagem e todas elas, portanto, estão sujeitas à interpretação [14].

Além disso, é sabido que nenhum jogo é capaz de ser jogado sem que os jogadores tenham um comportamento ao menos “adequado” enquanto jogam. Um jogador que se comporta “mal” em um jogo, pode desfazer o círculo mágico, encerrando o jogo precipitadamente.

Mas afinal, o que é um comportamento “adequado”, o que é comportar-se “mal” em jogo? Tente definir esses termos, comparando um jogo de truco com xadrez, por exemplo. Simplesmente, não dá! O que seria um comportamento “normal” no truco, poderia ser considerado um “mau” comportamento no xadrez e vice-versa.

As regras não-escritas representam o conjunto de todas as regras não formais que, de modo geral, se aplicam a praticamente todos os jogos: i) regras não abordadas pelas regras operacionais (p.ex.: blefe); ii) conjunto de regras, que permeiam a nossa vida cotidiana, regulando a nossa conduta no tratamento com os outros (p.ex.: espírito esportivo, acordo de cavalheiros, etc.); e/ou iii) conjunto de regras que fazem parte do nosso universo cultural (p.ex.: convenções, etiqueta, tradições, pressupostos, etc.).

As regras não escritas, por outro lado, complementam o conjunto de regras de um jogo ao orientar os jogadores a agirem também de acordo com as regras, convenções, culturas, tradições, pressupostos e expectativas de uma sociedade, orientando as relações sociais, criando habilidades de relacionamento com o grupo e promovendo a integração e o bem-estar coletivo.

Por definição, as regras não-escritas não são explícitas. Aqui não uso o termo “implícito” empregado por [5], uma vez que o termo remete ao significado de “subentendido ou algo que não é expresso de modo claro ou, manifestamente, declarado”[16] (p.ex.: regras de etiqueta, espírito esportivo, etc.) e não inclui outros significados, tais como: pressuposto (aquilo que se supõe antecipadamente; pressuposição, conjectura, suposição); algo que pode ser deduzido facilmente; casos excepcionais que não tenham sido abordados, etc.

D. Normativas

A partir do momento que uma regra não-escrita precisa ser formalizada, ela torna-se uma regra operacional como as demais regras operacionais do jogo. De modo a diferenciá-las das regras operacionais genuínas, aqui denomino-as normativas, uma vez que estabelecem, de forma obrigatória, normas de conduta, comportamentos, convenções, penalidades, sanções, correções, etc. com força de uma regra operacional.

Uma normativa é uma regra operacional baseada em uma regra não-escrita e que, por conseguinte, não possui nenhuma relação com nenhuma regra constitutiva. Elas não descrevem diretamente como jogar um jogo, mas orientam os jogadores sobre outros

aspectos que devem ser considerados durante uma partida.

O “tilt” nas máquinas de fliperamas, jogar sem as chuteiras ou obrigar o uso de uma cueca da mesma cor do calção no futebol e a regra nº 74 de conduta e etiqueta do jogo Bridge [15] são alguns exemplos de normativas.

E. Regras arbitrais

Como nenhum conjunto de regras é capaz de listar todas as situações possíveis que possam surgir em um jogo, o papel do árbitro torna-se imprescindível para a continuidade do jogo.

Como alguém no comando, cabe ao árbitro decidir se um jogador violou ou não uma regra (p.ex.: se o jogador excedeu um limite de tempo considerado “razoável”, mas cujo limite não é definido em regra; se o comportamento de algum jogador não segue o “espírito esportivo”, etc.) e qual deveria ser a sua penalidade por violá-la.

As decisões arbitrais nessas situações são baseadas no *feedback* que o árbitro tem da própria dinâmica do jogo e são influenciadas por noções de justiça, espírito esportivo, praticidade, etc. Ou seja, por regras não-escritas, uma vez que tais situações não são tratadas e, portanto, não constam no conjunto de regras operacionais no qual um árbitro deveria ser apoiar.

As regras arbitrais não são regras de verdade, mas sim decisões arbitrais com força de regra e que orientam os jogadores sobre decisões arbitrais que serão tomadas em situações excepcionais, não abordadas pelas regras operacionais [14].

F. Regras de interface

O conceito de interface é algo bastante familiar nos sistemas computacionais e, principalmente, nos sistemas de jogos digitais. Uma interface representa um meio ou canal de comunicação entre duas partes distintas, o sistema jogo e o jogador, intermediado por dispositivos de entrada (*input*) e/ou saída (*output*) que mediam esse processo (p.ex.: teclado, mouse, controle, tela, caixa de som, joystick, Kinect, plataforma Wii Fit, etc.).

Nos jogos digitais, os jogadores controlam os dispositivos de entrada, produzindo *inputs* (entradas) que são traduzidos em ações ou eventos do jogador (*player events*), os quais são recebidos e tratados pelas mecânicas implementadas no sistema jogo e cujos resultados (*in-game events*) são, depois, devolvidos na forma de *outputs* (saídas) através de algum dispositivo de saída. A interface intermedia a comunicação entre o jogador e as mecânicas.

Assim, para que possam jogar, os jogadores interagem com as mecânicas, invocando os seus métodos através de dispositivos de entrada que mediam esse processo [6][16]. Por exemplo, para frear um carro de corrida, o jogador precisa pressionar o botão “A” do controle. Ao pressioná-lo, a interface interpreta o botão pressionado como uma ação de frear e invoca a mecânica do sistema jogo que trata e executa o processo de freagem,

enviando de volta ao jogador o resultado dessa ação (*output*) através de imagens do carro freando em uma tela de TV.

No entanto, no processo de comunicação jogador-interface-mecânica, nem todas as entradas deverão ser traduzidas em uma ação dentro do jogo. Esse controle é realizado por regras de interface que definem como a interface será usada para aprovar (ou não) os procedimentos e os mecanismos dentro do sistema jogo [1].

Propostas por [11], um conjunto de regras de interface pode ser dividido em duas partes, a saber:

- **Regras paidea simbólicas:** definem o que os jogadores podem ou não fazer no espaço do jogo e o mapeamento das ações físicas (*inputs*) em ações virtuais (*player events*).

- **Regras paidea semânticas:** definem a casualidade das ações (*in-game events*), ou seja, como as ações estão conectadas no jogo e quais são as consequências de uma ação no mundo virtual do jogo e a apresentação desse resultado (*output*) no mundo real.

G. Regras de componentes

Conjunto de regras que descrevem as propriedades e descrevem os estados dos componentes de um jogo (p.ex.: valor, número, status, qualidades, etc.) e as mecânicas que os manipulam. Nos jogos digitais, essas regras são implementadas algoritmicamente e fazem parte da lógica interna do sistema jogo, enquanto que, nos jogos analógicos, elas compõem apenas o conjunto de regras operacionais.

H. Regras mecânicas

Para os jogos que não possuem uma interface (p.ex.: jogos analógicos de tabuleiro) que intermedie a comunicação do jogador com o sistema jogo ou que não sejam completamente baseados em interfaces (p.ex. sistemas híbridos que mesclam aspectos digitais e analógicos em um mesmo sistema jogo), temos as regras mecânicas que orientam, mas que não controlam, quais ações do jogador são permitidas, as consequências da mecânica e os critérios de sucesso ou falha decorrentes da evolução das mecânicas durante o jogo.

O controle, execução e operação das regras mecânicas são de responsabilidade dos jogadores, uma vez que não existe uma interface para elas e nem um componente de processamento no sistema jogo que as processe.

I. Outros tipos de regras

Com base na compreensão de quais elementos do jogo uma regra se relaciona, uma tipologia é também apresentada por [1]. Além das regras de interface e componentes (citadas anteriormente), o autor enumera outros tipos de regras, a saber:

- **Regras de processos:** conjunto de regras que determinam a relação entre os procedimentos e suas consequências.

- **Regras de ambiente:**conjunto de regras que definem o ambiente do jogo (p.ex.: limites físicos dos componentes e processos).

- **Regras de temas:** conjunto de regras que ditam como o tema do jogo é implementado.

4 I CONCLUSÃO

Visando auxiliar numa melhor compreensão dos jogos e suas regras, nesse artigo foi apresentado um estudo e uma análise das regras dos jogos e suas relações com outros elementos de um jogo (regras, componentes do jogo, sistema jogo, interface, jogador, etc.).

Aqui, apresentou-se um resumo sobre a importância das regras do jogo, suas principais características, seus tipos e relacionamentos com outros elementos do jogo, com base nas principais referências sobre o tema, mesmo que alguns dos autores tenham apresentado diferentes visões sobre o assunto e de haver algumas divergências de pensamento a respeito.

REFERÊNCIAS

1. JÄRVINEN, A. *Games Without Frontiers: Theories and Methods for Game Studies and Design*. Doctoral Dissertation, University of Tampere, Finland, January 2007.

2. JUUL, J. *The Game, the Player, the World: Looking for a Heart of Gameness*. In *Level Up: Digital Games Research Conference Proceedings*, p. 30-45. Utrecht: Utrecht University, 2003.

3. SCHELL, J. *The art of the game design: A book of lenses*. Burlington: Elsevier, 2008. ISBN: 978-0-12-369496-6.

4. DORMANS, J*. Engineering emergence: applied theory for game design*. Academisch Proefschrft. Universitat van Amsterdam. 2012.

5. SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. *Regras do jogo: fundamentos do design de jogos*. São Paulo: Blucher, vol.1-4, 2012.

6. ADAM, E. *Fundamentals of Game Design*. Berkeley: Pearson, 2 ed., 2010.

7. KEMP, K. *Homem e sociedade*. Cadernos de Estudos e Pesquisas da UNIP, Série Didática, ano XVII, n. 2006/11, São Paulo: Sol, 2011. ISSN 15179230.

8. HUIZINGA, J. *Homo Ludens: A Study of the Play Element in Culture.* Boston: Beacon Press, 1955.

9. JUUL, J. *The Magic Circle and the Puzzle Piece*. In Stephan Günzel, Michael Liebe and Dieter Mersch (eds.): *Conference Proceedings of the Philosophy of Computer Games 2008*. Potsdam: Potsdam University Press 2008.

10. HOUAISS, A. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

11. ANG, C. S. *Rules, Gameplay and Narratives in Video Games*. Simulation & Gamming: An Interdisciplinary Journal of Theory, Practice and Research, 2005.

12. FRASCA, G. *Video Games of the Oppressed: Video Games as a Means for Critical Thinking and Debate*. Unpublished Master's thesis, Georgia Institute of Technology, 2001.

13. PARLETT, D. *Rules OK or: Hoyle on trouble waters*. VIII Colloquium of the Board Game Studies Association, Oxford, 2005.

14. SNIDERMAN, S. *Unwritten rules*. The Life of Games, n. 1, October 1999.

15. World Bridge Federation (WBF). *The Laws of Duplicate Bridge 2017*. March 2017.

16. SICART, M. *Defining Game Mechanics*. Game Studies, The International Journal of Computer Game Research, vol. 8, issue 2, December 2008.

CAPÍTULO 19

SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE POTÊNCIA APARENTE ALTERNATIVO CONECTADO À INTERNET

Data de aceite: 28/04/2021

Maycon Jean de Moura
Centro de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Mossoró – RN – Brasil

Francisco Magno M. Sobrinho
Centro de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Mossoró – RN – Brasil

Theo Martins de A. Paiva
Centro de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Mossoró – RN – Brasil

Marciel Bezerra de Moura
Centro de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Mossoró – RN – Brasil

RESUMO: Com as crises hídricas vividas nos últimos anos e o consequente aumento nas tarifas de consumo de energia elétrica brasileira, impacta a crescente busca por eficiência energética. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um dispositivo de baixo custo para monitorar a potência aparente de residências monofásicas de baixa tensão possibilitando o acompanhamento dos valores medidos em tempo real remotamente pela internet afim de assegurar um melhor controle do consumo diário. Foi alcançado o objetivo proposto, verificando o reduzido custo do projeto, a robustez do servidor e do software usado para processar e exibir os dados.
PALAVRAS-CHAVE: NodeMCU; Monitoramento remoto; Medidor de potência aparente.

ABSTRACT: With the dry crises experienced in recent years and the consequent increase in Brazilian electricity consumption tariffs, the growing search for energy efficiency is impacting. The present work aims to develop a low cost device to monitor the apparent power of single-phase low voltage households, enabling the monitoring of measured values in real time remotely over the internet in order to ensure better control of daily consumption. The proposed objective was achieved, verifying the reduced cost of the project, the robustness of the server and the software used to process and display the data.
KEYWORDS: NodeMCU; remote monitoring; Apparent power meter.

1 | INTRODUÇÃO

Em menos de dez anos, a energia elétrica aumentou em 10% a sua participação no consumo residencial final de energia e em 5% no consumo energético total do setor comercial EPE (2018). Um crescimento constante mesmo com variações negativas do PIB no período. Além disso, as crises hídricas, que afetam a principal fonte usada na geração de energia elétrica brasileira, aumentam o valor pago pelo consumo, tornando interessante o seu uso eficiente até mesmo para pequenos consumidores. Dado esta crescente busca

por eficiência, o setor pode gerar negócios de US$ 260 bilhões e mais de 1,2 milhão de empregos direta e indiretamente, o que mostra a preocupação da sociedade com o tema, ABESCO (2018).

Uma das formas de aumentar a eficiência energética seria evitar desperdícios e, para isso, é necessário conhecer bem o consumo a todo momento para que gastos desnecessários sejam evitados e se crie consciência sobre o uso da energia elétrica. Além disso, com a criação de novas tarifas como a tarifa branca, que cria tarifas diferentes para períodos do dia e dias diferentes, torna-se imprescindível a visualização do consumo em uma resolução maior. A concessionária fornece, através de sua fatura, o valor consumido nos últimos 12 meses, o que não é suficiente para identificar problemas pontuais e nem grandes problemas forma rápida, já que o reflexo será visto apenas na fatura do mês posterior. Com isso, o consumidor que em sua maioria considera o preço da energia muito caro ou caro não consegue visualizar formas de reduzir o consumo IBOPE (2018).

Então, para solucionar esse problema, foi proposto um sistema no qual será ligado à entrada de energia elétrica para monitorar a potência aparente consumida e enviar esses dados para a nuvem, para que os mesmos sejam exibidos em gráficos de fácil visualização para que o usuário possa identificar possíveis perdas e problemas no circuito em um tempo menor do que seria possível com os dados da concessionária, podendo haver o aumento do aproveitamento de energia elétrica em questão. Tal ideia pode ser encaixada em uma das definições possível de para o *Smart-meter* Koponen (2008), um dispositivo que vai além do medidor convencional, já que seria possível observar o consumo em tempo real e de qualquer lugar.

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um dispositivo de baixo custo para o monitoramento da potência aparente consumida em uma residência monofásica de 220V com uma resolução de apenas poucos segundos, maior que a fornecida pela concessionária. Também será criado um aplicativo para exibir os dados medidos de fácil visualização e interpretação por meio de gráficos para resumir a grande quantidade de dados obtidos com a medição.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi dividido em dois módulos, como é possível observar na Figura 1, para facilitar o entendimento e separar partes fundamentais do mesmo. Ele consiste em um medidor de corrente e uma forma de enviar os dados para o servidor e processá-los. Não é possível obter a potência apenas com os dados enviados e para isso, assumiu- se que a tensão na rede seria 220V. Essa consideração foi feita pois a placa usada tem apenas uma entrada com ADC, que será usada para medir a corrente eficaz do circuito. Com essa consideração é possível usar apenas a placa NodeMCU para a prototipagem, reduzindo custos e simplificando o modelo, mas sem perder a qualidade da informação.

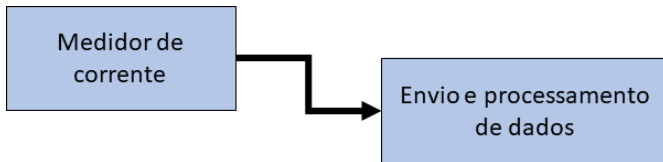



FIGURA 1. Esquema proposto para o trabalho. (Autoria própria)

2.1 Medidor de Corrente

Para a medição da corrente foi utilizado o SCT-013, um transformador de corrente que suporta até 100A com saída máxima de 50mA. Como é possível observar, a tensão induzida será alternada, já que a forma da corrente é senoidal. Com isso é necessário realizar adaptações para que o ADC, que tem tensão máxima de 3,3V e mínima de 0V, consiga medir com a melhor resolução possível sem ultrapassar os parâmetros máximos do mesmo. Para isso, além do transformador de corrente é necessário um circuito para aquisição dos dados do sensor de corrente, como pode ser visto na Figura 2.

Como a saída do SCT-013 é uma corrente que depende da corrente de entrada é preciso utilizar um resistor shunt para que possa ser medido uma tensão correspondente a corrente na saída do transformador que corresponde, respectivamente a uma corrente no condutor medido.

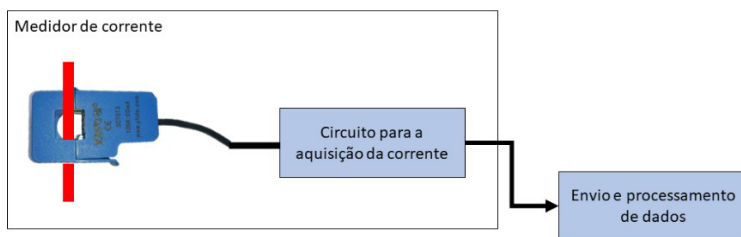



FIGURA 2. Esquema resumido do módulo medidor de corrente. (Autoria própria)

Assim, como o seno tem uma simetria ímpar é preciso elevar a tensão para que o sinal se torne contínuo. Assim, para obter a maior resolução possível foi escolhido elevar a mesma para metade da tensão máxima para que a distância entre o centro do sinal seja máxima. Foi usado dois resistores iguais como divisor de tensão conectados em 3,3V para obter a componente DC do sinal. Já o resistor shunt foi projetado para que a corrente de pico máxima, somada com a componente DC, não ultrapasse a tensão máxima suportada pelo ADC. Assim, é possível obter o valor de 23,33Ω como o máximo para manter a corrente máxima de 100A. Já o valor utilizado foi menor do que o calculado, proporcionando uma menor resolução, mas garantindo que mesmo na corrente máxima. a entrada ADC não

receberá uma tensão maior que a tensão máxima. Como o resistor utilizado foi de 22Ω, a corrente máxima eficaz medida pelo ESP será de 106A, podendo assim usar toda a capacidade do sensor. O circuito final pode ser visto na Figura 3 onde A0 é o pino analógico do NodeMCU.

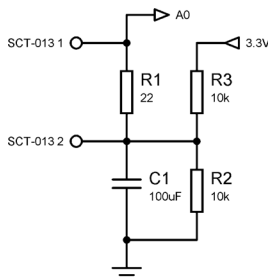



FIGURA 3. Circuito para a aquisição da corrente. (Autoria própria)

Para o cálculo da corrente eficaz foi utilizado a biblioteca Emonlib, que é aberta e para Arduino, de um projeto de monitor de energia de código aberto. Assim é possível abstrair o cálculo computacional realizado pela biblioteca reduzindo a complexidade do projeto.

2.2 Envio e Processamento de Dados

Já para o meio do envio dos dados, foi escolhido o Wifi, utilizando a principal vantagem do ESP que é já contar com um módulo Wifi integrado. E para armazenar os dados foi escolhido o Realtime database do Firebase, que por sua simplicidade e atualizações em tempo real se encaixou perfeitamente nos requisitos do projeto, sendo mais eficientes que banco de dados relacionais tradicionais nesse tipo de situação Veen (2012). Os dados escolhidos para serem enviados foram: data, corrente. Com eles é possível calcular a potência aparente, plotar gráficos em relação ao tempo em qualquer intervalo de tempo disponível e identificar cada momento do dia no gráfico de potência aparente instantânea. A Figura 4 mostra um resumo do processo de envio e processamento de dados.

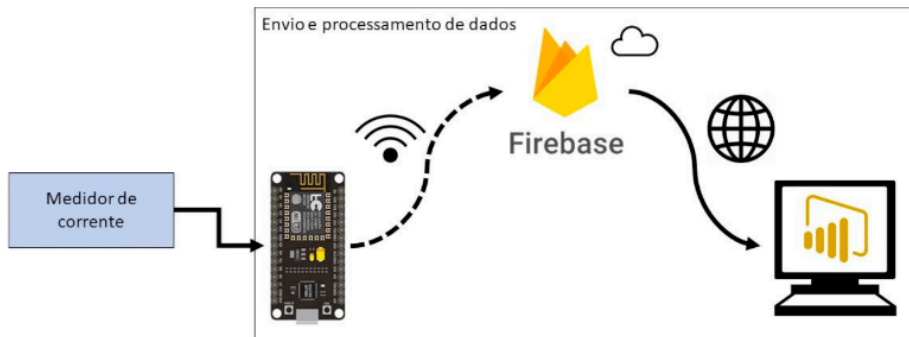



FIGURA 4. Esquema resumido do processo de envio e processamento de dados. (Autoria própria)

Como a data da medição é enviada, é possível ter um atraso no envio sem que o dado perca seu valor, já que não depende da hora que entra no servidor. A data é obtida em Unix Timestamp de um servidor NTP, que significa *Network Time Protocol* ou Protocolo de Tempo para Redes e permite a sincronização de dispositivos eletrônicos em uma rede, sendo utilizado um servidor brasileiro para reduzir a latência. Com isso é possível enviar toda a informação de data e hora em apenas um inteiro de fácil interpretação para o computador.

O dispositivo foi configurado para medir a corrente eficaz no circuito em intervalor e 10s para que fosse possível executar todo o programa nele presente e para que o servidor não ficasse sobrecarregado de informações já que em apenas um dia seriam enviadas mais de 8000 requisições com objetos contendo os dados mencionados.

Como o Firebase dispõe de uma api RESTful para acessar os dados armazenados, foi escolhido o Power BI como visualizador. Assim, para o envio seria feito uma requisição http do tipo POST onde é passado como parâmetro o objeto Json contendo a data e o valor da corrente medida pelo circuito. Já para a leitura, feita pelo Power BI, é realizada uma requisição GET que retorna todos os elementos salvos no banco em Json, essa resposta é reordenada em tabelas e seus dados, valor da corrente e da data, convertidos em valores de fácil leitura para humanos. Assim, é possível usar os dados tratados no Power BI para criação de representações que sintetizem as informações enviadas pelo ESP para o servidor de forma clara e simples. Podendo assim ser usada para a conscientização e redução do consumo por parte dos usuários.

2.3 Aquisição de Dados

Para testar o protótipo, o mesmo foi ligado a um quadro geral de distribuição, como mostra a Figura 5, durante o período de 28 de outubro a 22 de dezembro. O teste se propunha observar a resposta do servidor e dos dispositivos ao uso contínuo durante o período do mesmo. Assim, os dados enviados para o servidor foram a corrente medida e

a data da medição em Unix Timestamp. Além disso, foi também colhido o uso do servidor durante o período para que fosse possível entender o impacto do constante envio de dados para o mesmo. Para a alimentação e para reduzir a quantidade de componentes que podiam ocasionar erro, foi utilizado uma fonte comercial com saída MicroUSB para alimentar o NodeMCU durante o teste.

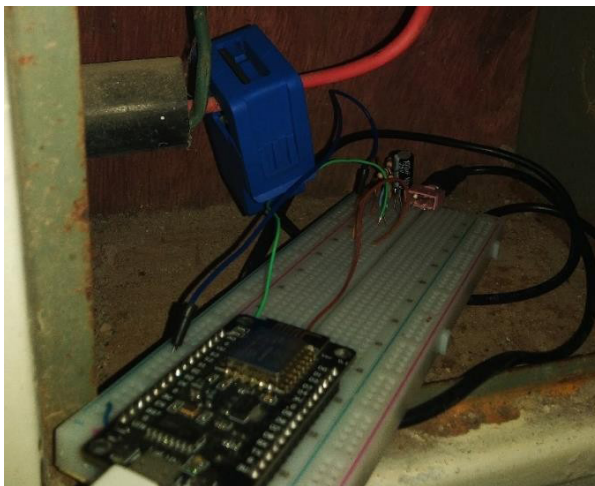



FIGURA 5. Protótipo montado no quadro de distribuição. (Autoria própria)

3 | CUSTO TOTAL DO CIRCUITO

A Tabela 1 resume os valores unitários de cada componente e o total gasto na confecção do protótipo do circuito projetado. Foi priorizado componentes de baixo custo e de acesso local para a fácil construção do dispositivo.

Quantidade	*Componente*	*Custo Unitário*
1	NodeMCU	R$ 49,90
1	SCT-013	R$ 59,90
3	Resistores de 1/4W	R$ 0,25
1	Conector P2	R$ 2,00
1	Capacitor cerâmico	R$ 0,40
	Total	R$ 112,95

TABELA 1. Custo de componentes utilizados na construção do protótipo. (Autoria própria)

O custo final do protótipo poderia ser reduzido consideravelmente se os componentes fossem adquiridos em sites de compras internacionais. Mas mesmo com os componentes

comprados, o valor do protótipo é uma fração da alternativa internacional e representa menos do que quatro meses de mensalidade do Ecomonitor. Os valores mostrados na Tabela 1 são de componentes acabados e próprios para a prototipagem, o custo real de um dispositivo com as mesmas características seria menor já que não seriam necessárias todas as interfaces por eles oferecidas, podendo, assim, usar dispositivos mais baratos como o próprio ESP8266 no lugar do NodeMCU, com a devida adaptação, mas sem perder qualidade no produto final.

4 I PROCESSAMENTO DE DADOS

Para processar e analisar os dados provenientes do medidor, foi criado uma página no Power BI, para resumir os dados medidos. Foi usado dados medidos entre outubro e dezembro para a validação da página. As Figuras 6, 7 e 8 mostram alguns gráficos gerados com os dados medidos durante o teste do módulo medidor de corrente e do envio e processamento de dados, o que corresponde a um total de 475 mil objetos com data e valor da corrente. Com os referidos dados é possível criar várias visualizações, inclusive por períodos menores ou com resoluções diferentes e períodos posteriormente determinados, como a Figura 8, que apresenta um agrupamento de intervalos de horas para representar a manhã, tarde, noite e madrugada.

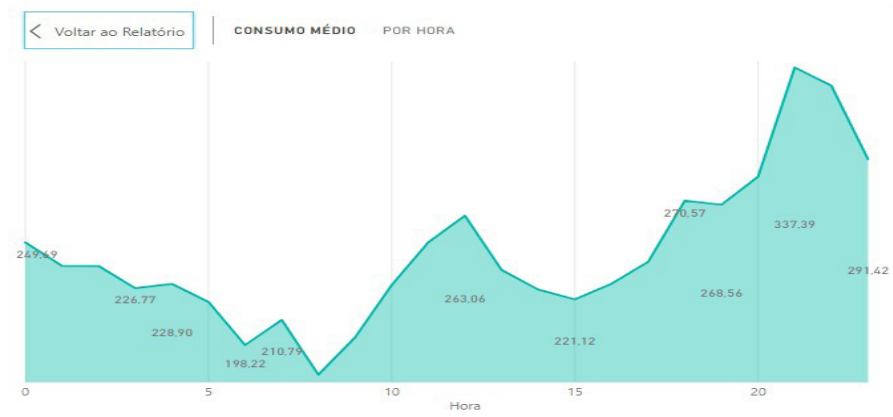



FIGURA 6. Gráfico de linha da potência aparente média do período por hora. (Autoria própria)

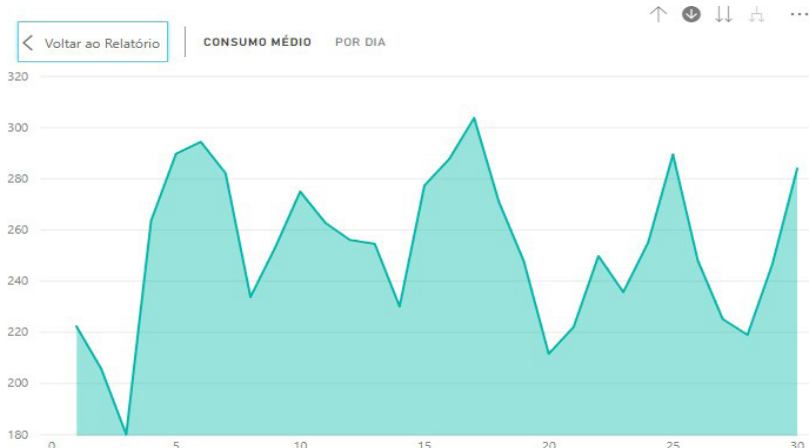



FIGURA 7. Gráfico de linha da potência média de novembro por dia. (Autoria própria)

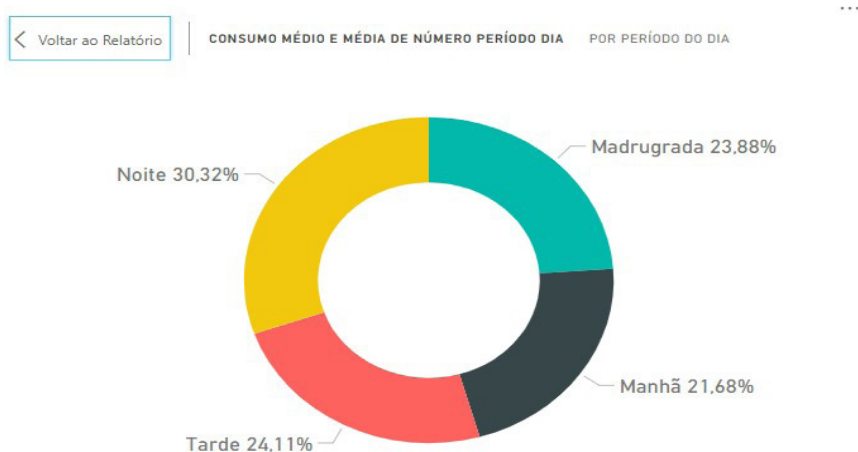



FIGURA 8. Contribuição da potência aparente em cada momento do dia. (Autoria própria)

Além disso, é possível perceber pela Figura 9 que mesmo com o volume gigantesco de dados enviados, o armazenamento do banco de dados quase não foi utilizado, devido a forma que o dado foi passado. Mas houve um grande volume de downloads para os dados apresentados, isso se deve ao fato do Power BI, ao buscar novamente os dados para atualizar seus gráficos, baixa todos os dados novamente, provocando um alto tráfego de downloads proporcional a quantidade requisições e de dados disponíveis.

Armazenamento ⓘ	Downloads ⓘ	Carregar ⓘ
27,7 MB atuais	83,4 MB Total de 30 dias	16% pico

FIGURA 9. Valores medidos no banco de dados. (Autoria própria)

5 I CONCLUSÃO

O presente trabalho se propôs a projetar e construir um medidor de potência aparente com um baixo custo para uma residência de baixa tensão. Obtendo êxito em seus objetivos propostos, os dados apresentados refletem, em parte, o consumo do local já que o valor medido foi a potência aparente. O circuito proposto tem um custo muito baixo, tendo o seu custo de material próximo ao valor de quatro mensalidades pagas pelo aluguel de equipamentos similares disponíveis no mercado nacional ou de uma fração da alternativa internacional. O Power BI é uma ótima ferramenta para analisar os dados, mas não foi possível utilizar a função de tempo real, já que a atualização automática nos dados só está disponível na versão paga do *software*. O que resolveria o problema do grande volume de download no banco, mesmo que esse problema possa ser ignorado em pequenas escalas. Mesmo assim, o programa apresentou um comportamento excelente trabalhando com quase meio milhão de entradas. Como sugestão para futuros trabalhos fica o estudo de formas para medir a potência ativa de forma barata para, assim, medir o consumo real da residência monofásica.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA (São Paulo). Abesco - Eficiência Energética | Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia, com foco em Eficiência Energética. 2018. Disponível em:<http://www.abesco.com.br/>. Acesso em: 5 nov. 2018.Autor 1, A.; Autor 2, B. Título do Livro, 3rd ed.; Editora: Editora Local, País, Ano; p. 00–00.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2018 – Ano base 2017. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt> Acesso em 7 de novembro de 2018.

IBOPE INTELIGÊNCIA. Pesquisa de Opinião Pública: Energia Elétrica. Abril de 2018. Disponível em:<http://www.queroenergialivre.com.br/wp-content/uploads/2018/08/Ibope-Abraceel-2018.pdf> Acesso em: 8 de novembro de 2018.

KOPONEN, Pekka et al. Definition of Smart Metering and Applications and Identification of Benefits.1.1 Finland: European Smart Metering Alliance Authors, 2008.

VEEN, Jan Sipke Van Der; WAAIJ, Bram Van Der; MEIJER, Robert J. Sensor Data Storage Performance: SQL or NoSQL , Physical or Virtual. 2012 IEEE Fifth International Conference on Cloud Computing, p. 431–438, 2012.

CAPÍTULO 20

SISTEMAS OPERACIONAIS PARA UTILIZAÇÃO DO RASPBERRY PI COMO SUBSTITUTO A COMPUTADORES TRADICIONAIS

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão: 04/02/2021

Guilherme Godoy de Oliveira
Mestrando em Ensino e suas Tecnologias
Especialista em Análise, Projeto e Gerência de Sistemas de Informação. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense - campus Itaperuna (IFF)/RJ
Campos dos Goytacazes/RJ
http://lattes.cnpq.br/5483450190161298

ABSTRACT: Raspberry Pi is a small computing device, gathering features previously found only on traditional computers. The purchase price of a Raspberry Pi is very low when compared to other computers. This work, aiming to prove its viability to replace basic traditional computers, performed tests using Raspbian, Lubuntu, Q4OS and Fedora operating systems. The results showed that the device does not present serious problems, and it can be said that replacing a traditional computer with a Raspberry Pi, besides being technically feasible, can save big money in times of resource scarcity.
KEYWORDS: Raspberry Pi, Operating Systems, Computers.

OPERATING SYSTEMS FOR USING THE RASPBERRY PI AS A REPLACEMENT FOR TRADITIONAL COMPUTERS

RESUMO: O Raspberry Pi é um dispositivo computacional com tamanho reduzido, reunindo recursos antes encontrados somente em computadores tradicionais. O valor de aquisição de um Raspberry Pi é muito baixo, quando comparado a outros computadores. Este trabalho, visando comprovar sua viabilidade de utilização para substituição de computadores tradicionais básicos, efetuou testes usando os sistemas operacionais Raspbian, Lubuntu, Q4OS e Fedora. Os resultados demonstraram que o dispositivo não apresenta problemas graves, e que a substituição de um computador tradicional por um Raspberry Pi, além de viável tecnicamente, pode representar grande economia, em tempos de escassez de recursos e grande necessidade de informatização.
PALAVRAS-CHAVE: Raspberry Pi, Sistemas Operacionais, Computadores.

1 I INTRODUÇÃO

O Raspberry Pi é um dispositivo computacional do tamanho aproximado de um cartão de crédito, formado por uma única placa que reúne diversos recursos que eram encontrados somente em dispositivos maiores como os notebooks e desktops tradicionais. A Fundação Raspberry Pi é a responsável pela criação e desenvolvimento do computador de mesmo nome. (FUNDAÇÃO RASPBERRY PI, 2018a).

O projeto ainda vai completar uma década e o dispositivo teve sua primeira versão lançada no ano de 2012 (UPTON; HALFACREE, 2013). Durante este período a fundação responsável

pelo projeto lançou vários modelos do Raspberry Pi. A diferença básica entre os modelos está na capacidade computacional e no propósito de uso de cada um, porém todos são compatíveis entre si, já que utilizam a mesma arquitetura SoC baseada em processadores ARM (MENESES *et al.*, 2016).

Além de sua vocação para uso educacional, o dispositivo poderia ser utilizado também em ambientes corporativos ou mesmo uso pessoal. A sua utilização poderia reduzir custos em aquisição de hardware e software, na medida em que poderia substituir, por exemplo, notebooks e desktops tradicionais. Com suas medidas diminutas, o dispositivo poderia ser acoplado aos próprios monitores fazendo com que houvesse um ganho de espaço físico considerável.

Além disso, em se tratando de software, há economia também pelo fato do dispositivo ser compatível com softwares livres e gratuitos, como várias distribuições do sistema operacional Linux e aplicativos como o pacote de aplicativos de escritório LibreOffice. (UPTON; HALFACREE, 2013, p. 52).

Com a pandemia de COVID-19 iniciada no ano de 2020, segundo dados de uma pesquisa feita pela IDC Brasil publicados pelo Portal G1 (2020), cerca de 1,47 milhão de novos computadores foram vendidos no primeiro trimestre daquele ano, indicando alta de 16% na comparação com o mesmo período do ano anterior.

Abordando os resultados da mesma pesquisa, reportagem da Revista Isto é Dinheiro (2020) explica que “A causa do aumento se deve aos efeitos do coronavírus no mercado de trabalho e dos estudos, já que estudantes e trabalhadores foram obrigados a se distanciarem de seus ambientes para ficarem em casa.”

Assim, fica mais evidenciada a urgência de se encontrar alternativas para que haja uma maior informatização dos negócios e inclusão digital, principalmente para a população de menor renda.

A economia de recursos é justamente o principal benefício que o Raspberry Pi oferece, considerando que seu valor de aquisição gira em torno de R$ 300,00 (trezentos reais) para o modelo 3 B. Com este valor, o uso do Raspberry Pi poderia gerar uma grande redução de gastos para seus utilizadores, considerando, por exemplo, o valor de R$ 1.000,00 (mil reais) para um computador de mesa básico, poderia se comprar três dispositivos Raspberry Pi.

O objetivo principal deste trabalho foi realizar um estudo comparativo entre sistemas operacionais a fim de identificar a melhor combinação de sistema operacional e seus respectivos conjuntos de aplicativos nativos para permitir uso otimizado do Raspberry Pi modelo 3B na substituição de computadores tipo desktop ou notebooks em tarefas básicas.

O dispositivo poderia ser utilizado, assim, em diversos ambientes como nas empresas, em seus trabalhos administrativos, nos laboratórios e “micródromos” de instituições de ensino, ou mesmo em residências para trabalho remoto e aulas *online*, tendo como grande benefício uma considerável economia de recursos aos usuários.

2 I RASPBERRY PI 3 MODELO B

O Raspberry Pi 3 B, é um computador constituído por uma única placa de silício onde todos os componentes são montados, tendo como dispositivo principal o chip modelo BCM2837 da empresa Broadcom dotada de um processador ARM Cortex-A53 com 1.2GHz de frequência, 64-bits com 4 núcleos de processamento, possuindo, também embutida, a placa de vídeo Broadcom VideoCore IV de 400MHz de frequência, e 1 GB de memória RAM tipo DDR2.

Com relação às conexões, o dispositivo possui quatro portas USB versão 2.0 que permitem a inserção de periféricos como mouses, teclados, *webcams* entre outros. Existem ainda conexões de rede Ethernet com fio e *Wi-Fi* sem fio, *Bluetooth* e ainda HDMI como conexão de saída de imagem, o que permite que o mesmo seja conectado a qualquer televisão ou monitor com esse tipo de entrada facilitando, assim, o uso por pessoas físicas que muitas vezes já dispõem de uma televisão com este tipo de conexão em suas residências (FUNDAÇÃO RASPBERRY PI, 2016).

O dispositivo ainda possui saída de áudio de 3,5mm que é o mesmo conector usado para conexão de acessórios como fones de ouvido e microfones em equipamentos como smartphones e tocadores de áudio, facilitando a utilização destes acessórios. (UPTON; HALFACREE, 2013)

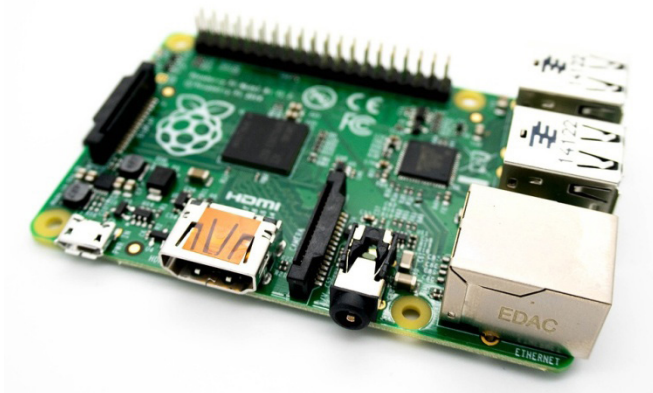



Figura 1 - Raspberry Pi 3 Modelo B

Fonte: PIXABAY (2014)

https://pixabay.com/pt/photos/raspberry-pi-computador-eletr%C3%B4nica-572481/

Conforme pode ser observado na figura 1, trata-se de um computador de tamanho reduzido. O modelo 3 B tem 8,5 cm de comprimento, 5,6 cm de largura e 1,7 cm de altura (MENESES *et al.*, 2016, p. 2). Apesar de seu tamanho, o dispositivo oferece possibilidade

de executar demandas que normalmente são executadas por dispositivos maiores. Este tipo de computador de placa única é uma segmentação do modelo *System On Chip* (SoC). Segundo Null e Lobur, “SoC é uma peça única de silício que contém todos os circuitos para fornecer um conjunto de funções”. (2009 *apud* BEVILAQUA 2015, p. 16)

A alimentação elétrica do Raspberry Pi é feita através de uma fonte cinco volts e três amperes ligada a um conector MicroUSB, idêntico ao encontrado nos celulares, levando a um baixo consumo energético em comparação a um dispositivo maior como um computador desktop tradicional (EBERMAM; PESENTE; RIOS; PULINI, 2017).

Com relação ao armazenamento de dados, os dispositivos da família Raspberry não possuem memória secundária interna, como disco rígido, assim, para que o sistema operacional e os arquivos sejam acessados deve-se utilizar um cartão micro SD. (UPTON; HALFACREE, 2013)

3 | SISTEMAS OPERACIONAIS

Um importante item de qualquer dispositivo computacional é o sistema operacional a ser utilizado, pois a escolha do sistema tem influência no dispositivo como um todo, conforme nos ensina TANENBAUM (2009, p. 1):

> [...] Por isso, os computadores têm um dispositivo de software denominado sistema operacional, cujo trabalho é fornecer aos programas do usuário um modelo de computador melhor, mais simples e mais limpo e lidar com o gerenciamento de todos os recursos mencionados.

Existem diversos sistemas operacionais, porém na maioria das vezes um sistema operacional vendido com seu código fonte fechado somente pode ser utilizado em um número reduzido de dispositivos pois não permite que seu código seja alterado dificultando assim sua modificação para adaptação em outros dispositivos (UPTON; HALFACREE, 2013). Contudo, existem sistemas operacionais com código fonte aberto, que se enquadram como softwares livres, conforme definição:

> Por “software livre” devemos entender aquele software que respeita a liberdade e senso de comunidade dos usuários. Grosso modo, isso significa que os usuários possuem a liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, mudar e melhorar o software. (GNU, 2018)

4 | METODOLOGIA

O modelo principal, e mais potente, da família *Raspberry* era, até então, o modelo Raspberry Pi 3 modelo B. No dia 14 de março de 2018, foi lançada uma atualização do modelo 3 que ganhou o nome de Raspberry Pi 3 modelo B+ (FUNDAÇÃO RASPBERRY PI, 2018b). Como o modelo mais novo ainda não estava disponível, este trabalho utilizou

o modelo anterior, o Raspberry Pi 3 modelo B.

Foi realizado um estudo da viabilidade técnica de hardware e software, com a execução de testes de sistemas operacionais, seguido da seleção do melhor conjunto de sistema operacional e aplicativos nativos para o dispositivo, e sua compatibilidade com os recursos de *software* já existentes em um “micródromo” de uma instituição de ensino, local escolhido por disponibilizar computadores para navegação na internet, elaboração de documentos, impressões entre outras ações do cotidiano da maior parte dos usuários e por ter sido selecionado pelos gestores da instituição como possível ambiente para uma futura substituição dos computadores de mesa ali instalados por modelos do Raspberry Pi.

Este trabalho priorizou softwares livres e gratuitos, a fim de se obter maior economia de recursos e permitir mais controle do sistema como um todo. Foi feita uma listagem de sistemas operacionais para o Raspberry Pi, e dentro desta lista foram selecionados quatro sistemas operacionais para que fossem utilizados neste trabalho. O critério de seleção destes sistemas levou em conta a existência de uma interface gráfica, que a mesma já estivesse disponível desde a instalação, e que estivesse traduzida para português por padrão ou que pudesse ser atualizada para português imediatamente após a instalação.

Foram selecionadas quatro distribuições do sistema operacional Linux todas elas softwares livres e gratuitas: Raspbian, Lubuntu, Q4OS e o Fedora. Foram usadas as seguintes versões dos sistemas: Raspbian 2.5, o Lubuntu 16.04.2, o Fedora 27.1 e o Q4OS 2.6.

O Raspbian é o sistema operacional oficial do Raspberry Pi, sendo uma distribuição Linux livre e gratuita, baseada em outra distribuição Linux, o Debian, e compilada para ser executada com a maior eficiência possível no dispositivo, segundo Matt Richardson e Shawn Wallace (2013).

A distribuição Lubuntu é baseada no Ubuntu que por sua vez é baseada também no Debian, oferecendo compatibilidade total entre elas. (FINSTERBUSCH, 2015)

A distribuição Q4OS é uma distribuição baseada no Raspbian, porém com modificações visuais com foco na facilitação de aprendizagem para usuários que usam ambiente Windows. (Q4OS, 2018).

Já a distribuição Fedora é a única não baseada no Debian, e sim na distribuição Red Hat, (FILHO, 2007) e foi escolhida justamente para investigar se compatibilidade entre diferentes distribuições do Linux no dispositivo funcionaria na prática no Raspberry Pi.

Para que fosse comprovada a viabilidade de utilização do Raspberry Pi em ambientes de trabalho, foram testados três aspectos principais: verificação da compatibilidade entre hardware e software, a velocidade de execução e a estabilidade do sistema e aplicativos. A análise foi feita através de testes práticos no dispositivo criando-se relatórios.

Os testes incluíram algumas das principais funções que um sistema operacional atual oferece. Foram testados os tempos de inicialização e desligamento dos sistemas operacionais, bem como a experiência de uso de cada um dos sistemas. Foi testada

também a abertura de arquivos no formato PDF, JPEG, além dos formatos de compactação de arquivos ZIP e RAR.

A compatibilidade de arquivos oriundos dos aplicativos Microsoft Word 2007, Microsoft Excel 2007 e Microsoft Power Point 2007 também foi testada a partir da criação de arquivos em computadores tradicionais e a abertura destes mesmos arquivos no Raspberry Pi. Neste caso, foi utilizado no dispositivo o pacote LibreOffice, por ser um software livre, gratuito e possuir versões para vários sistemas operacionais (LIBREOFFICE, 2018).

A função de navegação em páginas da internet foi testada utilizando os navegadores Chromium e Firefox. Foi elaborada uma lista de cinco sites: Portal UOL, Portal G1, Portal de Periódicos Capes, Portal da CNN em inglês e Google.

A compatibilidade dos navegadores foi verificada através da análise da página de internet aberta verificando se todos os elementos, como HTML, e scripts da página foram exibidos de forma correta.

Foi feita ainda uma análise geral do funcionamento do Raspberry Pi no decorrer dos testes. Todas as análises foram feitas utilizando a instalação padrão de cada sistema operacional, usando os recursos e aplicativos nativos de cada sistema.

5 | RESULTADOS

O primeiro sistema operacional testado foi o Raspbian, seguidos pelo Q4OS, Lubuntu e Fedora. Os testes com os sistemas foram feitos após uma instalação nova e padrão dos mesmos seguida da instalação dos aplicativos complementares como o Firefox, Chromium, compactadores de arquivos e o pacote LibreOffice, conforme citado anteriormente.

Em se tratando da experiência de uso no sistema operacional, os dispositivos não apresentaram grandes problemas quanto ao travamento do sistema e necessidade de reinicialização. Todos os sistemas, com exceção do Fedora, estavam com interface e menus em português do Brasil desde a instalação padrão. O Fedora pôde ser atualizado para português após a instalação. Com relação à inicialização e desligamento do dispositivo, foram obtidos tempos em segundos de cada sistema operacional, logo após as respectivas instalações dos mesmos. O sistema operacional Q4OS se mostrou o mais rápido tanto no desligamento como na inicialização. Os resultados podem ser melhor observados no quadro 1.

Sistema Operacional	Tempo de Inicialização (segundos)	Tempo de desligamento (segundos)
Raspbian	18,44	8,91
Q4OS	15,95	8,00
Lubuntu	17,43	11,15
Fedora	20,10	11,57

Quadro 1. Tempos de inicialização e desligamento dos sistemas operacionais

Fonte: Próprio autor

5.1 Abertura de arquivos em PDF

Os testes com arquivos no formato PDF foram realizados com a abertura dos mesmos no gerenciador de arquivos padrão dos sistemas operacionais sem a instalação de nenhum aplicativo adicional, ou seja, usando o aplicativo nativo de cada um dos sistemas, verificando, assim, a capacidade padrão do sistema em lidar com este tipo de arquivo. Neste caso, todos os sistemas conseguiram abrir corretamente os arquivos em PDF, conforme demonstrado no quadro 2.

Sistema Operacional	Possibilidade de abertura de PDF (Sim/Não)
Raspbian	Sim
Q4OS	Sim
Lubuntu	Sim
Fedora	Sim

Quadro 2. Possibilidade de abertura de arquivos em PDF

Fonte: Próprio autor

5.2 Compactação e extração de arquivos compactados

Uma função bastante importante com a popularização das transferências de arquivo via internet é a compactação de arquivos. Foram testados compactadores nativos dos sistemas operacionais, utilizando os formatos de compactação ZIP e RAR.

Conforme exibido no quadro 3, o único sistema que ofereceu suporte aos dois formatos de compactação testados foi o Q4OS, sendo que os demais sistemas suportaram nativamente apenas o formato ZIP.

Sistema Operacional	Formato ZIP	Formato RAR
Raspbian	Compactação e Extração	Sem suporte nativo
Q4OS	Compactação e Extração	Compactação e Extração
Lubuntu	Compactação e Extração	Sem suporte nativo
Fedora	Compactação e Extração	Sem suporte nativo

Quadro 3. Possibilidade de compactação de extração de arquivos ZIP e RAR

Fonte: Próprio autor

5.3 Abertura de arquivos de imagem JPEG

O teste de abertura de arquivos de imagem em formato JPEG também utilizou somente recursos nativos dos sistemas operacionais. E, também neste caso, todos os sistemas foram capazes de realizar a abertura e exibição das imagens com resolução Full HD e 4K sem perda de qualidade e de forma nativa.

Sistema Operacional	Possibilidade de abertura de JPEG (Sim/Não)
Raspbian	Sim
Q4OS	Sim
Lubuntu	Sim
Fedora	Sim

Quadro 4. Possibilidade de abertura de arquivos de imagem em formato JPEG

Fonte: Próprio autor

5.4 Compatibilidade com arquivos do Microsoft Office

Os testes com aplicativos de planilhas eletrônicas, processador de texto e editor de apresentações foram feitos utilizando o LibreOffice versão 5.3 no dispositivo. O modo de execução foi igual aos demais testes, com a abertura dos arquivos através do gerenciador de arquivos padrão de cada sistema operacional.

O aplicativo LibreOffice Writer, equivalente ao Word do pacote Microsoft Office, não apresentou nenhum problema com relação à compatibilidade de arquivos criados em versões diferentes do LibreOffice para computadores tradicionais ou do Microsoft Office.

Com relação ao editor de apresentação LibreOffice Impress, equivalente ao Microsoft Power Point não apresentou problemas em nenhum dos critérios analisados nos sistemas Raspbian, Q4OS e Lubuntu. Entretanto, a versão para Fedora não pôde ser instalada devido a conflitos entre pacotes. Mesmo após várias tentativas de reinstalação de todo o sistema, o aplicativo não foi instalado corretamente, impossibilitando assim a realização do

respectivo teste.

Por fim, o Calc, editor de planilhas eletrônicas do LibreOffice, equivalente do Microsoft Excel apresentou estabilidade, velocidade e compatibilidade com os arquivos sem apresentar nenhum tipo de problema em todos os sistemas operacionais instalados.

Os resultados obtidos neste teste estão demonstrados de forma sintética através do quadro 5.

Sistema Operacional	Word (.docx)	Excel (.xlsx)	Power Point (.pptx)
Raspbian	Abertura e Edição	Abertura e Edição	Abertura e Edição
Q4OS	Abertura e Edição	Abertura e Edição	Abertura e Edição
Lubuntu	Abertura e Edição	Abertura e Edição	Abertura e Edição
Fedora	Lentidão	Abertura e Edição	Incompatibilidade técnica

Quadro 5. Compatibilidade com arquivos do Microsoft Office usando LibreOffice 5.3

Fonte: Próprio autor

5.5 Navegadores

Considerando testes com navegadores de internet, o navegador Firefox apresentou problemas em alguns sistemas. No sistema Raspbian estas falhas se resumiram a alguns travamentos de abas com páginas abertas, porém todos os elementos HTML e scripts foram exibidos corretamente. Nos sistemas Lubuntu e Fedora o Firefox não pôde ser instalado devido a conflitos entre pacotes, semelhante aos erros apresentados pelo LibreOffice Impress mesmo após diversas tentativas de reinstalação do sistema operacional.

Entretanto, no sistema Q4OS o navegador Firefox funcionou corretamente e sem travamentos que merecessem destaques.

O navegador Chromium funcionou de maneira satisfatória em todos os sistemas operacionais, não apresentando nenhum tipo de problema que merecesse registro em relação aos critérios estabelecidos. O quadro 6 exibe os resultados obtidos com o uso do navegador Firefox e Chromium.

Sistema Operacional	Firefox	Chromium
Raspbian	Execução com travamentos	Execução sem falhas
Q4OS	Execução sem falhas	Execução sem falhas
Lubuntu	Incompatibilidade técnica	Execução sem falhas
Fedora	Incompatibilidade técnica	Execução sem falhas

Quadro 6. Utilização de navegadores de internet Firefox e Chromium

Fonte: Próprio autor

5.6 Limitações do *hardware*

Em se tratando do *hardware* do Raspberry Pi 3B, foram observados alguns problemas de ordem técnica, como por exemplo, o aumento da temperatura do dispositivo quando utilizado por muito tempo ou com a execução de aplicativos que demandam alto poder de processamento. O dispositivo, nestes casos, exibe na tela um símbolo de um termômetro indicando a necessidade de refrigeração ou de uma diminuição do processamento. Cabe ressaltar que o dispositivo não vem de fábrica com um sistema de refrigeração, *coolers* ou dissipadores como nos computadores de mesa e *notebooks*.

Dissipadores e demais acessórios podem ser adquiridos separadamente em lojas na internet, e pelo que foi avaliado, são recomendáveis se o equipamento ficar em funcionamento por longos períodos.

Já com relação ao cartão de memória microSD, foi observado que o dispositivo funciona bem somente com cartões classe 10 de boa qualidade. Quando foram utilizados cartões de baixa qualidade ou de classe inferior, o dispositivo apresentou lentidão nos sistemas ou sequer instalava o sistema operacional no cartão.

6 | CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos nos testes, conclui-se que os sistemas operacionais testados, em sua maioria, se mostraram evoluídos suficientes para a execução de tarefas computacionais básicas em ambientes de trabalho ou pessoais, com destaque para o sistema Q4OS, que ofereceu interface gráfica conhecida pelos usuários, além de ter apresentado os melhores resultados nos testes.

Em termos gerais, o aspecto econômico é o principal atrativo do dispositivo, pois se forem comparados os custos médios de um Raspberry Pi em torno de trezentos reais e de um computador de mesa básico em torno de mil reais, pode-se comprar três dispositivos Raspberry Pi contra apenas um computador tradicional. O custo energético do Raspberry também é muito menor em comparação aos computadores de mesa.

Há de se levar em consideração, também, aspectos físicos e de mobilidade do Raspberry Pi que possui tamanho muito reduzido, podendo ser carregado no bolso de uma calça, como um celular, por exemplo, ou ainda podem ser presos ao próprio monitor ou na mesa de trabalho.

Esta economia que o dispositivo oferece é importante especialmente para o setor público, considerando a atual escassez de recursos disponíveis para investimentos.

Para as pessoas físicas, o uso do dispositivo, principalmente em tempos de pandemia no qual o trabalho e o ensino remoto estão sendo muito utilizados, pode representar uma saída para disponibilização de vários dispositivos para os membros da família, pelo que seria o valor de apenas um computador ou smartphone.

Novos estudos técnicos mais detalhados podem ser feitos utilizando o sistema operacional Q4OS de forma a avaliar melhor o desempenho do dispositivo, utilizando para isso, softwares de *benchmarking,* testes de aplicativos que demandam maior poder de processamento, como aplicativos de edição de multimídia, além de uma avaliação quantitativa e qualitativa por parte dos usuários destes e de outros sistemas operacionais.

Considerando as funções básicas de um dispositivo computacional atual, e com base nos testes efetuados foi possível verificar viabilidade da utilização do Raspberry Pi para substituição de computadores tradicionais em muitas de suas funções, como, por exemplo, navegação na internet, utilização de aplicativos de escritório e visualização de multimídia oferecendo, ao mesmo tempo, economia de recursos financeiros e desempenho satisfatório, especialmente utilizando o sistema Q4OS para realização destas atividades.

REFERÊNCIAS

BEVILAQUA, Vinicius Aurélio. *Análise dos frameworks Eclipse Kura, The Thing Box e WebIOPi no desenvolvimento de aplicações da Internet das Coisas (IoT).* Ijuí/RS. 2015. Disponível em: http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/ bitstream/handle/123456789/ 3291/tcc_vinicius_bevilaqua.pdf?sequence=1. Acesso em: 10 set. 2018.

EBERMAM, Elivelto; PESENTE, Guilherme; RIOS, Renan Osório; PULINI, Igor Carlos. *Programação para leigos com Raspberry Pi.* João Pessoa/PB: IFPB, 2017.

FILHO, João Eriberto Mota. *Descobrindo o Linux*. São Paulo: Novatec, 2007.

FINSTERBUSCH, Anderson. *Estudo de viabilidade de uso de cubietruck como Servidor para pequenas empresas*. Pato Branco/RS: 2015. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6108. Acesso em: 01 nov. 2018.

FUNDAÇÃO RASPBERRY PI. *Raspberry Pi Model B*. 2016. Disponível em: https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/ Acesso em: 02 set. 2018.

FUNDAÇÃO RASPBERRY PI. *Raspberry Pi*. 2018a. Disponível em: https://www.raspberrypi.org/. Acesso em: 03 maio 2018.

FUNDAÇÃO RASPBERRY PI. *Raspberry Pi 3 model b+*. 2018b. Disponível em: https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/. Acesso: 03 maio 2018.

G1. Venda de computadores no Brasil cresce 16% no 1° trimestre, diz consultoria. *G1*, 2020. Disponível em: https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2020/06/19/vendas-de-computadores-no-brasil-crescem-16percent-no-1-trimestre-diz-pesquisa.ghtml. Acesso em: 20 out .2020.

GNU. *O que é o software livre?*. 2018. Disponível em: https://www.gnu.org/philosophy /free-sw.pt-br.html. Acesso em: 20 ago. 2018.

ISTO É DINHEIRO. Pandemia faz vendas de notebooks e computadores crescerem 16% no 1° trimestre. *Isto* é *dinheiro*, 2020. Disponível em: https://www.istoedinheiro.com.br/ pandemia-faz-vendas-de-notebooks-e-computadores-crescerem-16-no-1-trimestre/. Acesso em: 20 out .2020.

LIBREOFFICE. *LibreOffice*. 2018. Disponível em: https://pt-br.libreoffice.org/baixe-ja/libreoffice-novo/. Acesso em: 12 ago. 2018.

MENESES, Ronaldy Alves; BENEDITO, Gustavo Almeida; DIAS, Wanderson Roger Azevedo; MORENO, Edward David. *Raspbian vs Ubuntu Mate Um Paralelo do Desempenho na Raspberry Pi.* 2016. Aracajú/SE. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/ Wanderson_Dias/ publication/312191835_Raspbian_vs_Ubuntu_Mate_-Um_Paralelo_do_ Desempenho_na_Raspberry_ Pi/links/58754eb408aebf17d3b3f6de/Raspbian-vs-Ubuntu-Mate-Um-Paralelo-do-Desempenho-na-Raspberry-Pi.pdf. Acesso em: 20 set. 2018

Q4OS. *Q4OS Application install howto, general recommendations*. Disponível em: https://q4os.org/ dqa002.html. Acesso em: 05 ago. 2018.

TANENBAUM, Andrew S. *Sistemas Operacionais Modernos*. 2. ed. São Paulo/SP: Pearson, 2009.

UPTON, Eben; Gareth HALFACREE. *Raspberry Pi - Manual do Usuário*. São Paulo/SP: Novatec, 2013.

WALLACE, Shawn; RICHARDSON, Matt. *Primeiros Passos com o Raspberry Pi*. São Paulo/SP: Novatec, 2013.

CAPÍTULO 21

SOFTWARE DE ANÁLISE DE IMAGENS HISTOLÓGICAS EM QUADROS DE INFECÇÃO PARA TESTES DE FÁRMACOS ANTIMICROBIANOS

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão: 05/02/2021

Gustavo Behnck Cardoso
Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes, Curso Técnico em Informática
São José dos Campos – SP

Isabela Luz Pereira
Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes, Curso Técnico em Informática
São José dos Campos - SP

Victor Jorge Carvalho Chaves
Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes, Curso Técnico em Informática
São José dos Campos - SP

Hélio Esperidião
Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes, Curso Técnico em Informática
São José dos Campos - SP

Vitor Andrade
Instituto de Ciência e Tecnologia - Unifesp, Departamento de Biotecnologia
São José dos Campos - SP

RESUMO: Este trabalho apresenta o projeto de um software para fins científicos que executa a análise de imagens obtidas a partir de amostras de cortes histológicos efetuados em modelos animais com injeção do fungo *Candida albicans.* Tal processo está presente em um estudo realizado para a testagem de um fármaco antimicrobiano em fase de desenvolvimento para a dissertação de mestrandos na Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Através da linguagem de programação C# e o ambiente de desenvolvimento Microsoft Visual Studio, elaborou-se o programa usando-se técnicas de processamento de imagens, armazenamento de dados, manipulação de gráficos e de arquivos. Assim, o programa identifica a área acometida pelos fungos no corte histológico, gerando, assim, gráficos de comparação entre diferentes amostras obtidas no decorrer das testagens e disponibilizando o salvamento de cada teste. Como resultado compreendeu-se uma maior agilidade no processo de análise do desempenho do fármaco em inibir o crescimento fúngico. Tem-se como perspectiva futura o aprimoramento do processamento de imagens efetuado no programa, além da criação de mais opções de tipos de testes.

PALAVRAS-CHAVE: Software; Processamento de Imagens; Fármaco Antimicrobiano; Armazenamento de Dados.

HISTOLOGICAL IMAGE ANALYSIS SOFTWARE IN INFECTION TABLES FOR TESTING ANTIMICROBIAL MEDICINES

ABSTRACT: This work presents the project of a software for scientific purposes that performs the analysis of images obtained from samples of histological cuts made in animal models with injection of the fungus Candida albicans. Such process is present in a study carried out for the testing of an antimicrobial drug under development for the dissertation of master's students at the Federal University of São Paulo (Unifesp). Using the C# programming language

and the Microsoft Visual Studio development environment, the program was developed using image processing, data storage, graphics and file manipulation techniques. Thus, the program identifies the area affected by the fungi in the histological section, thus generating comparison charts between different samples obtained during the tests and making available the saving of each test. As a result, it was understood a greater agility in the process of analyzing the performance of the drug in inhibiting fungal growth. The future perspective is to improve the image processing performed in the program, in addition to creating more options for types of tests.
KEYWORDS: Software. Image processing. Antimicrobial drug. Data storage.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de fármacos antifúngicos (princípios medicinais utilizados para a fabricação de medicamentos para o tratamento de doenças causadas por fungos), assim como qualquer outra modalidade de fármaco, possui grande importância, visto que essas doenças representam graves problemas de saúde pública que afetam uma fração significativa da população mundial (WHO, 2008), mas também certa complexidade. Tendo suas raízes ligadas profundamente às inovações científicas e tecnológicas, tal processo é longo e de alto custo (Guido et al., 2008) e divide-se em: (I) descoberta (também conhecida como pré-clínica ou pesquisa básica) e (II) desenvolvimento (ou clínica) (Lombardino & Lowe, 2004).

A fase pré-clínica corresponde ao período de testes em laboratório, feitos em organismos vivos, devido à extrema importância para o melhor entendimento da virulência e resistência in vivo de micro-organismos, e precede os testes em seres humanos (Pinto & Trentin, 2007). Tem o objetivo principal de avaliação farmacológica para a obtenção do maior conhecimento possível acerca de suas propriedades e de seus efeitos adversos. Durante esta fase é realizada a infecção fúngica, e posteriormente, a injeção do fármaco no organismo de teste. A partir disto, analisa-se o desempenho do princípio ativo de acordo com os dados obtidos.

Em uma pesquisa feita por mestrandos da Unifesp de São José dos Campos, na área de Biotecnologia, está sendo testada uma nova molécula candidata a fármaco antifúngico, o qual encontra-se na fase pré-clínica. Os testes para comprovação da eficácia do medicamento utilizam como modelo animal a *Galleria mellonella,* espécie de inseto muito utilizada em pesquisas científicas. Para esse processo, a larva do animal é infectada com o fungo *Candida Albicans* e tratada como a molécula de estudo. Posteriormente, executa-se a análise de imagens de cortes histológicos, ou seja, cortes microscópicos realizados por um equipamento especial (MENEZES et al., 2010), feitos no organismo. Acompanha-se a evolução e o retardamento da reprodução fúngica sob o efeito do princípio ativo. Desta forma, com base nos dados obtidos, são construídos gráficos que indicam a porcentagem de áreas com presença do fungo nos cortes durante um determinado período de tempo.

A obtenção da porcentagem citada é feita a partir da estimativa, a olho, da área que abrange as infecções, o que torna os resultados imprecisos, fazendo com que tal processo careça de exatidão. Em detrimento disto, faz-se necessária uma maneira de minimizar erros nessa tarefa, de forma a facilitá-la e tornar os dados obtidos a partir dessa mais próximos do real.

Para isso, através de técnicas de processamento de imagens, o qual tem apresentado evolução constante e aumento de sua aplicação (Gonzalez & Woods, 2002), e utilizando ferramentas de implementação de software como o ambiente do Microsoft Visual Studio, por meio da linguagem de programação C#, este trabalho terá a função de auxiliar na geração e análise dos resultados da pesquisa. Desta forma, poder-se-ão obter melhores conclusões a respeito da eficácia do princípio medicinal.

2 | METODOLOGIA

O primeiro passo para o desenvolvimento desse trabalho foi a compreensão do que o programa deveria fazer, por meio de um encontro com os mestrandos da Unifesp. Assim, definiu-se o uso do ambiente Microsoft Visual Studio, da linguagem de programação C# e do banco de dados SQL Server.

2.1 Reconhecimento de Imagens da Pesquisa

Para o planejamento da função principal do programa, o cálculo da porcentagem da área fúngica das amostras histológicas, foi necessário efetuar-se o reconhecimento das características destas. Deste modo, observou-se as cores pertencentes às áreas infectadas por fungos. Tais regiões apresentam aspecto pontilhado, onde predomina a cor vermelha, com taxa pouco menor de azul e leve tonalidade de verde:

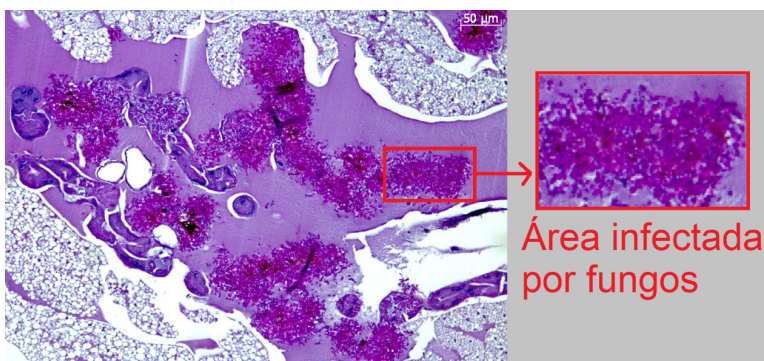



Figura 1 – Amostra

Imagem de amostra de tecido biológico infectado por fungos utilizada no programa.

Fonte: Unifesp (2019)

A segunda parte do reconhecimento foi entender melhor qual a organização das imagens da pesquisa que seriam inseridas no programa. Durante os testes efetuados com o fármaco, executa-se o seguinte procedimento: infecta-se duas larvas do modelo animal, entretanto, apenas uma delas recebe o tratamento, recebendo a injeção do fármaco antimicrobiano. O objetivo disto é observar o crescimento e/ou queda da área fúngica na ausência do princípio ativo, para assim se realizar uma comparação com o comportamento das infecções quando submetidas a tratamento. Desta maneira, pode-se obter uma melhor compreensão do desempenho do fármaco.

Portanto, foi necessária a separação das imagens em dois grupos, o das imagens de controle (aquelas que compreendem amostras em que a larva não recebeu o fármaco) e o das imagens de tratamento (aquelas que compreendem amostras em que a larva recebeu o fármaco).

2.2 Processamento de Imagens

Para a identificação das áreas infeccionadas, foi necessário desenvolver uma função para a identificação das áreas fúngicas, e, para isto, utilizaram-se métodos de processamento e tratamento de imagens.

A fim de realizar-se o reconhecimento destas regiões, criou-se uma função que manipula dados de pixels, menores elementos das imagens, os quais organizam-se em uma matriz como a apresentada abaixo:

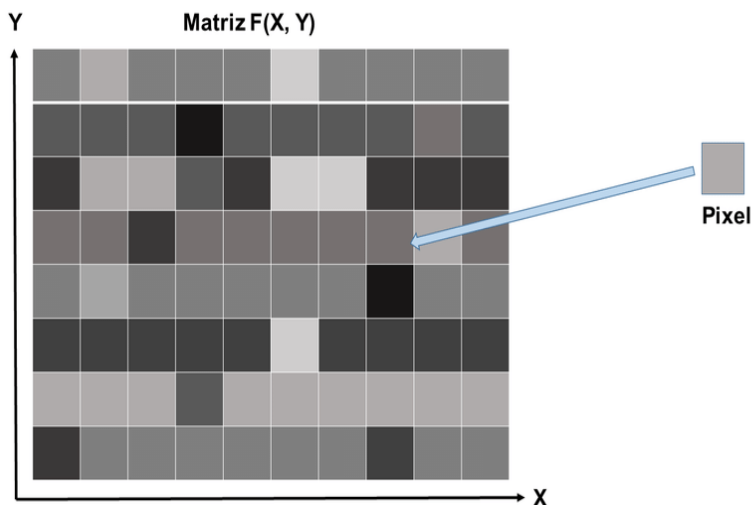



Figura 2 – Matriz de Pixels

Fonte: ReasearchGate[1]

1 disponível em < https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Coordenadas-espaciais-que-representam-a-intensidade-do-pixel_fig2_321924427

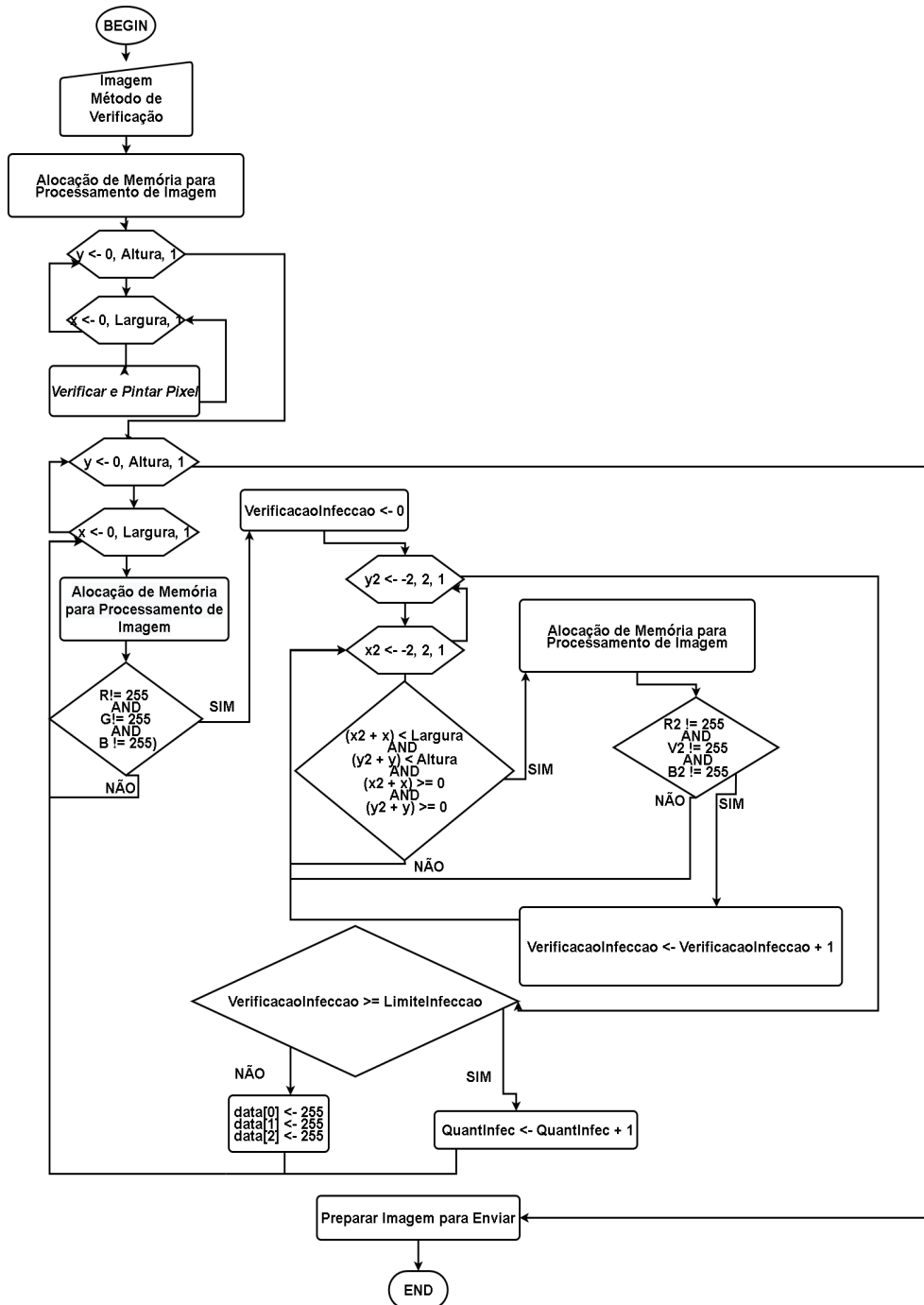



Figura 3 – Fluxograma do Processamento de Imagem

Fonte: Autor (2020)

Acima está descrito o algoritmo de processamento de imagem elaborado, em forma de fluxograma, funcionando da seguinte maneira:

Executa-se uma varredura ao longo da matriz de pixels que identifica, pixel a pixel, aqueles que apresentam a combinação de cores característica das regiões fúngicas.

Então, é efetuada a chamada segmentação, ou seja, o isolamento das regiões procuradas na imagem (BANKE et al; 2012). Assim, quando encontrados, os pixels têm seus parâmetros RGB alterados para valores correspondentes a tons de cinza. Depois, todo o restante da imagem torna-se branco.

Depois do isolamento das áreas consideradas infectadas, realiza-se a otimização da imagem, processo conhecido, na área de processamento de imagens, como pós-processamento, no qual foi utilizado o método de vizinhança. Para isto, criou-se um algoritmo que faz uma pequena varredura em volta de cada pixel em tom de cinza. Se ao redor deste houver uma quantidade considerável de pixels com parâmetros RGB compreendendo tons de cinza, continuará sendo considerado como infecção e mantido como está, caso contrário, será "pintado" de branco. Através disso, eliminam-se áreas que possam ter tons semelhantes às com presença de fungos, porém com dimensões desprezíveis em relação a estas, sendo apenas resultado da imprecisão da coloração realizada em laboratório. Após o tratamento de toda a imagem, executa-se o quociente entre as partes que apresentam tons de cinza (equivalentes às superfícies infeccionadas) e a área total.

A figura a seguir apresenta exemplos do resultado do processamento de imagem realizado pela função elaborada: a imagem B mostra as infecções de A (imagem do grupo de controle) já isoladas e em tons de cinza, o mesmo acontece em C (imagem do grupo de tratamento) e D, respectivamente.

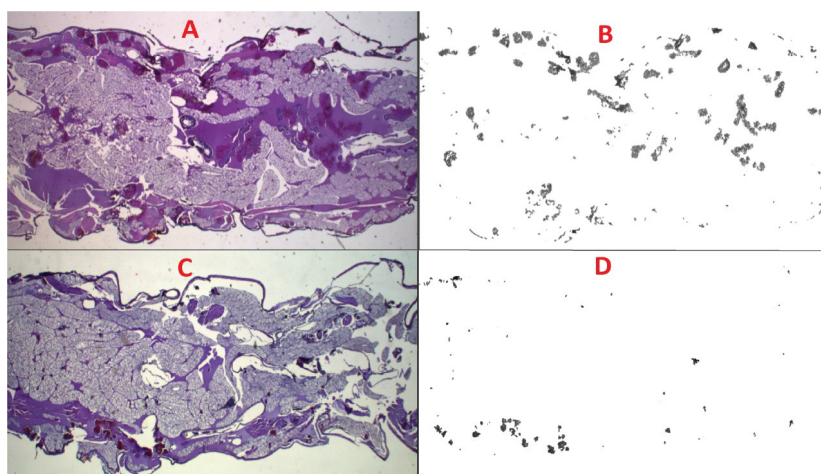



Figura 4 – Processamento das Imagens

Fonte: Unifesp (2020)

Após efetuar-se o método para obter a porcentagem de infeções fúngicas nas imagens de controle e de tratamento, realiza-se o seguinte cálculo: sendo recebidas três imagens de cada grupo de tratamento, realiza-se a média aritmética das porcentagens fúngicas encontradas em cada imagem.

Para a obtenção dessa média, foi aplicada a fórmula abaixo, na qual realiza-se a somatória dos valores das porcentagens encontras em cada imagem e divide-se o resultado pelo número de imagens, que neste caso é 3.

$$M_a = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

Figura 5 – Fórmula Média Aritmética

Fonte: GIUCIDE et al (2020, p. 84)

A média encontrada nas imagens de tratamento é submetida a uma relação de proporção com o valor das imagens de controle, já que este deve ser considerado o máximo de infecções possíveis para moléculas em tratamento. Como resultado, obtém-se a porcentagem no grupo de tratamento em relação ao de controle.

2.3 Armazenamento dos Dados

Para o devido armazenamento dos dados obtidos através dos processos anteriores, foi criada uma tabela no banco de dados SQL Server, para serem inseridas as seguintes informações: a porcentagem de infecções fúngicas, o nome, a data e a resolução microscópica da amostra histológica, para posterior salvamento em pastas no sistema operacional.

2.4 Gráficos

Usando tais dados, o programa criado deveria construir um gráfico de barras de comparação dos resultados de cada dia inserido no programa. Para a obtenção de gráficos com mais detalhamento,

foi elaborado um código de programação que calculasse o desvio padrão em relação aos valores de porcentagem.

Assim, utilizou-se a fórmula abaixo, em que são somados os quadrados das diferenças entre as porcentagens individuais e a média total das porcentagens das três imagens de cada dia, dividindo-se o valor resultante pelo número total de imagens, no caso três.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Figura 6 – Fórmula Desvio Padrão

Fonte: GIUCIDE et al (2020, p. 86)

Por fim, codificou-se a geração de um arquivo texto com todas as informações contidas em cada gráfico.

3 | RESULTADOS

Quando criado novo teste, o programa recebe o aumento das imagens (resolução microscópica), a quantidade de grupos (imagens de locais diferente em mesmos períodos), o período de tempo entre a obtenção de cada amostra (dias ou horas) e a quantidade de imagens a serem adicionadas.

A seguir, são adicionadas três imagens de cada etapa do teste do determinado experimento, além de três imagens de controle.

Assim que as imagens são inseridas, a porcentagem de área infectada por fungos nas amostras é apresentada por um gráfico pertencente a determinado grupo de imagens. No gráfico mostra-se também o desvio padrão entre os resultados obtidos. Além disso, esses valores aparecem em uma caixa de lista.

Quando adicionados mais testes, podem ser realizadas comparações entre estes, podendo-se observar possíveis mudanças entre cada experimento realizado.

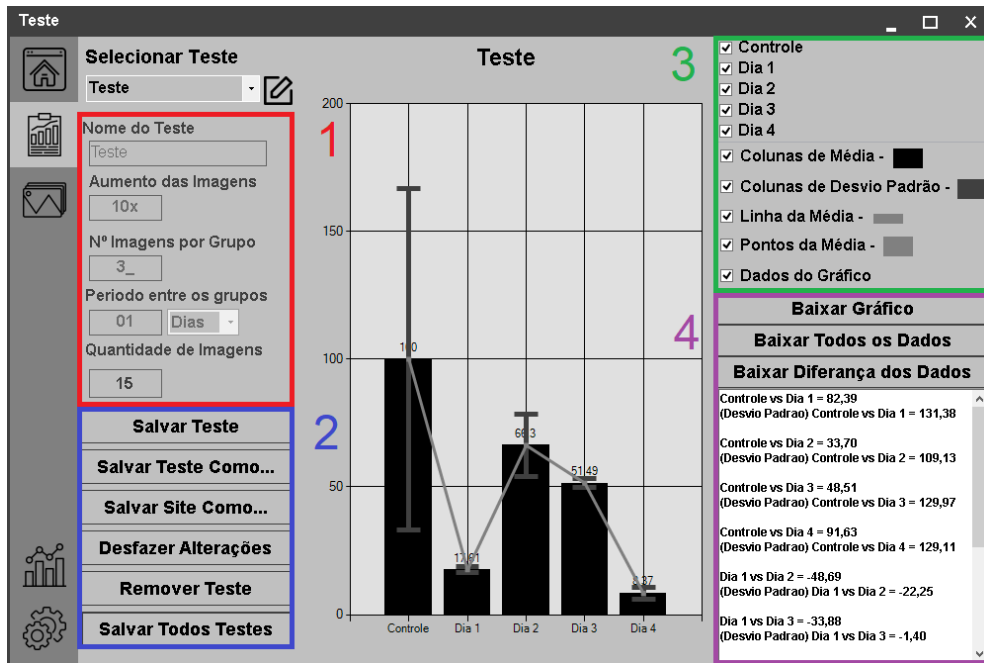



Figura 7 – Detalhes Formulário Teste

Imagem com numeração para maior detalhamento do funcionamento do formulário de criação de testes.

Fonte: Autor (2020).

Legenda da figura 7:

1 - Criação e edição de testes;

2 - Opções de salvamento de testes, salvamento de teste em formato de site, remoção teste e desfazer alterações;

3 - Alteração na exibição dos componentes do gráfico;

4 - Opções de download de gráfico e dados do teste, visualização dos dados em formato de texto;

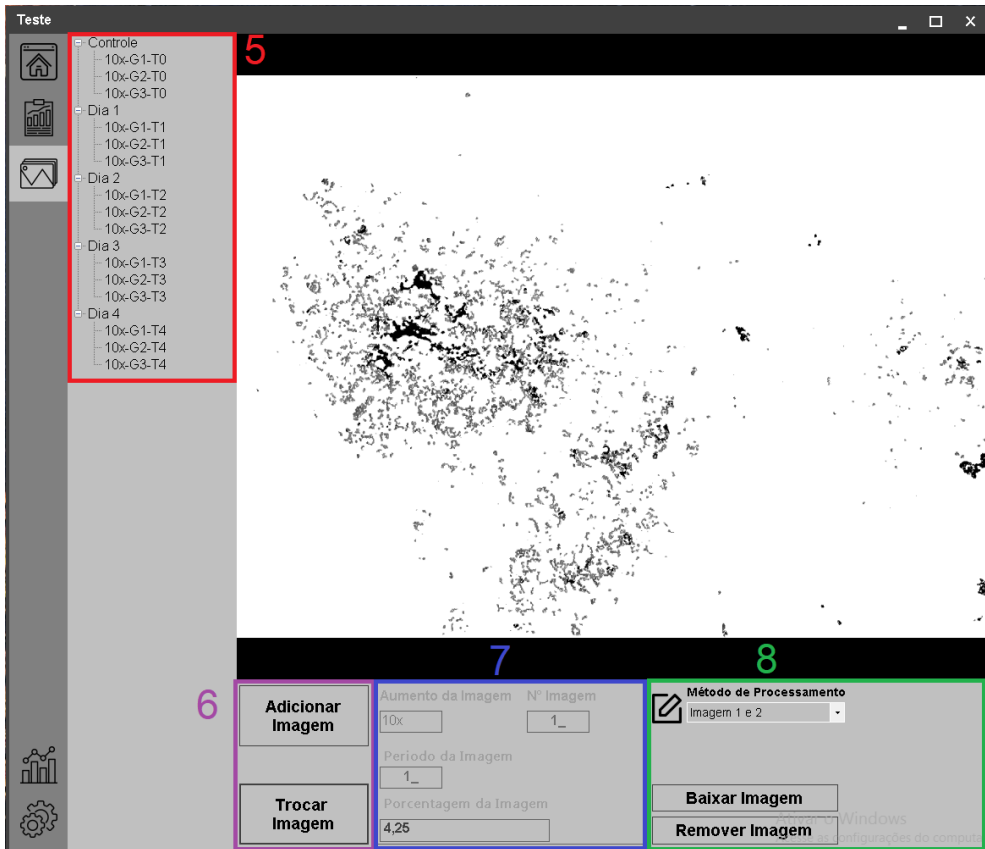



Figura 8 – Detalhes Formulário Imagem

Imagem com numeração para maior detalhamento do funcionamento do formulário de imagem

Fonte: Autor (2020).

Legenda da figura 8:

5 -Lista de imagens adicionadas no teste, separadas por período (quando selecionadas podem ser visualizadas ao lado);

6 - Inserção de nova imagem, visualização da imagem pré-processada;

7 - Edição de dados da imagem selecionada (aumento microscópico, número e período da imagem);

8 – Alteração do método de processamento, download ou remoção da imagem selecionada;

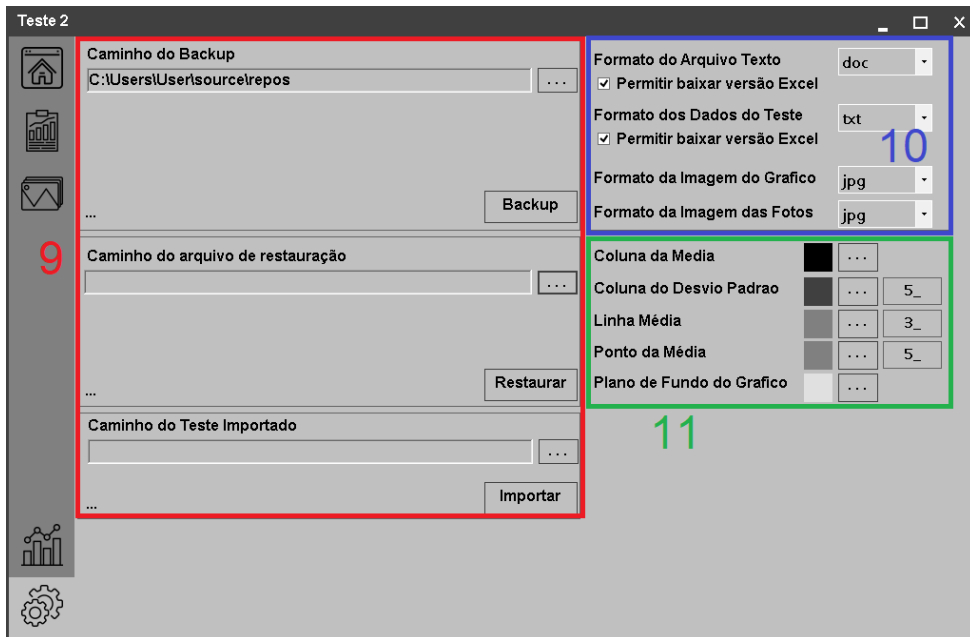



Figura 9 – Detalhes Formulário Configuração

Imagem com numeração para maior detalhamento do funcionamento do formulário de configuração. Fonte: Autor (2020).

Legenda da figura 9:

9 - Sistema de backup, restauração e importação de testes;

10 - Edição das extensões de arquivo texto, dados do teste e imagem do gráfico;

11 – Edição de cores e tamanhos dos elementos dos gráficos;

4 | DISCUSSÕES

Tendo em vista as dificuldades encontradas durante a pesquisa realizada na Unifesp, ocasionadas pela lentidão e falta de eficiência no processo da análise da real atuação do fármaco antimicrobiano, a utilização deste software auxiliará na rapidez e praticidade da fase de testagens.

Entretanto, devido ao número insuficiente de imagens da pesquisa ocasionado pelo fechamento dos laboratórios da Unifesp em virtude da pandemia de Covid-19, o método de processamento utilizado no programa deverá ser modificado para adequar-se a outras imagens confeccionadas com colorações e padrões diferentes, já que o atual processamento foi elaborado para um pequeno número de imagens cedidas até o momento.

Outra questão observada foi que este programa possui apenas a opção de testes em que, no grupo de controle, os fungos têm sobrevivência de um dia, sendo necessário apenas um conjunto de imagens referentes a tal grupo. Porém, no caso de testes em que

a sobrevivência fúngica é superior a um dia observado, deveria ser possível inserir um grupo de imagens de controle para cada dia do teste, de modo que os gráficos gerados apresentassem colunas do grupo de controle ao lado de cada coluna dos grupos de tratamento, ao longo do período de sobrevivência.

5 I CONCLUSÃO

Ao final do trabalho, observou-se que os todos objetivos determinados anteriormente foram cumpridos. Entretanto, devido ao número insuficiente de imagens da pesquisa ocasionado pelo fechamento dos laboratórios da Unifesp em virtude da pandemia de Covid-19, o método de processamento utilizado no programa deverá ser modificado para adequar-se a outras imagens de amostras confeccionadas com colorações e padrões diferentes, já que o atual processamento foi elaborado para um pequeno número de imagens cedidas até o momento.

Outra questão levantada foi que este programa possui apenas a opção de testes em que, no grupo de controle, os fungos têm sobrevivência de um dia, sendo necessário apenas um conjunto de imagens referentes a tal grupo. Porém, no caso de testes em que a sobrevivência fúngica é superior a um dia observado, deveria ser possível inserir um grupo de imagens de controle para cada dia do teste, de modo que os gráficos gerados apresentassem colunas do grupo de controle ao lado de cada coluna dos grupos de tratamento, ao longo do período de sobrevivência.

Apesar destas considerações, tendo em vista as dificuldades encontradas durante a pesquisa realizada na Unifesp, ocasionadas pela lentidão e falta de eficiência no processo da análise da real atuação do fármaco antimicrobiano, a utilização deste software auxiliará na rapidez e praticidade da fase de testagens.

REFERÊNCIAS

BANKE, D.; STIVANELLO, M. E.; DE MELO, L. J.; VARGAS, S.; FEDECHEN, E. A.; ABATEPAULO, A. R. R. **Desenvolvimento de um Sistema para Contagem Automática de Células Sanguíneas Através de Visão Computacional**, p. 3-5 Gaspar/Blumenau, SC, IFSC/UNIASSELVI, 2012.

GIUCIDE, J.; MIOLA, M.; RODRIGUES, R. A.; MALANGA, U. C. C. **Poliedro pré-vestibular matemática – livro 2**, p. 84 e 86, São José dos Campos, SP, 2020

GONZALEZ, R.C.; WOODS, R.E. **Digital Image Processing**, 2. ed., New Jersey: Prentice Hall, Upper Saddle River, 2002.

LOMBARDINO, J. G.; LOWE, J. A. 3rd. **The role of the medicinal chemist in drug discovery – then and now**. *Nat. Rev. Drug Discov.*, v.3, n.10, p.853-62, 2004.

MENEZES, T. P.; TRAVENZOLI, N. P.; MOREIRA, C. B. **PRÁTICA DE CORTES HISTOLÓGICOS DE MATERIAL BIOLÓGICO**, Coronel Fabriciano, MG, UFV, 2010.

PINTO, H. B.; TRENTIN, D, S. **Uso de larvas de Galleria mellonella como modelo de infecção para Staphylococcus aureus multirresistente**, Porto Alegre, RS, UFRGS, 2007

PINTO, J. S de Paula; **Microsoft SQL Server**, Curitiba, PR, UFPR, 1997

WHO. **The global burden of disease: 2004** update. Geneva: World Health Organization, 2008. p.1-146.

CAPÍTULO 22

SOFTWARES DE “SMARTPHONES” E APLICATIVOS (APPS) NO CENÁRIO DE SÍNDROMES CORONARIANAS AGUDAS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão: 27/01/2021

Mauro Guimarães Albuquerque
EBSERH- HU-UFPI(Hospital Universitário – Universidade Federal do Piauí), Setor Cardiovascular
Teresina -PI
http://lattes.cnpq.br/1283675677678432
https://orcid.org/0000-0002-3455-1877

Juan Carlos Montano Pedroso
UNIFESP(Universidade Federal de São Paulo)
São Paulo -SP
http://lattes.cnpq.br/6144921962327705
https://orcid.org/0000-0003-3620-055X

José da Conceição Carvalho Júnior
UNIFESP(Universidade Federal de São Paulo)
São Paulo -SP
http://lattes.cnpq.br/0621217930008212
https://orcid.org/0000-0003-3370-8876

Matheus Rangel Marques
Faculdade Santa Marcelina
São Paulo -SP
http://lattes.cnpq.br/9147004201504292

Rayane Sales Roza
UNINOVE (Universidade 9 de Julho)
São Paulo -SP
http://lattes.cnpq.br/6694996639647721

Lydia Masako Ferreira
UNIFESP(Universidade Federal de São Paulo)
São Paulo -SP
http://lattes.cnpq.br/1619822351741819

RESUMO: Introdução: A Doença cardiovascular é a principal causa de morte no ocidente, destacando-se as síndromes coronarianas agudas. Nesse contexto e associado ao desenvolvimento da tecnologia surgiram inúmeros aplicativos com o intuito de auxiliar a tomada de decisão quanto ao diagnóstico, prognóstico, terapêutica, transferências, realização de exames, internação e gestão de recursos hospitalares. Objetivo: Fazer uma revisão da literatura quanto a utilização de aplicativos em síndromes coronarianas agudas. Metodologia: Foi realizado uma pesquisa nos bancos de dados em saúde MEDLINE, LILLACS e SCielo , utilizando-se os termos aplicativos, app, smartphone software, síndrome coronariana aguda, isquemia miocárdica e infarto do miocárdio bem como seus sinônimos em português e inglês. Resultados: Foram encontrados 5 artigos. Ampliou-se a busca através da pesquisa ativa das referencias e citações de cada artigo previamente encontrado sendo relacionados um total de 14 citações. Conclusão: Através de uma revisão da literatura, se observou a importância da utilização de aplicativos em síndromes coronarianas agudas bem como a escassez em pesquisas sobre o tema.
PALAVRAS-CHAVE: Aplicativos, smartphone software, síndrome coronariana aguda, isquemia miocárdica e infarto do miocárdio.

SMARTPHONE SOFTWARE AND APPLICATIONS (APPS) IN THE SETTING OF ACUTE CORONARY SYNDROMES: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: Introduction: Cardiovascular disease is the leading cause of death in the

West, with acute coronary syndromes standing out. In this context and associated with the development of technology, numerous applications have emerged in order to assist decision making regarding diagnosis, prognosis, therapy, transfers, testing, hospitalization and management of hospital resources. Objective: To review the literature regarding the use of applications in acute coronary syndromes. Methodology: A search was conducted in the health databases MEDLINE, LILLACS and SCielo, using the terms applications, app, smartphone software, acute coronary syndrome, myocardial ischemia and myocardial infarction as well as their synonyms in Portuguese and English. Results: 5 articles were found. The search was expanded through an active search of references and citations for each previously found article, with a total of 14 citations being listed. Conclusion: Through a literature review, it was noted the importance of using applications in acute coronary syndrome as well as the scarcity in research on the topic.
KEYWORDS: Aplications, smartphone software, acute coronary syndrome, myocardial ischemia and myocardial infarction.

INTRODUÇÃO

A Doença cardiovascular é uma das principais causas de morte em populações ocidentais perfazendo 16% dos óbitos em países desenvolvidos (SILVEIRA et al., 2016). Nos Estados Unidos da América, cerca de 13,7 milhões de pessoas apresentam doença arterial coronária. Já no Brasil, segundo o censo do DATASUS de 2015, há 1.047.953 internações por tais doenças com 95.522 óbitos por infarto agudo do miocárdio(SILVEIRA et al., 2016).

A doença coronariana se destaca, assim, dentre as cardiopatias pela sua heterogeneidade e possibilidade de desfechos desfavoráveis como óbito e eventos cardiovasculares adversos(ROMANO et al., 2014).

Ao longo do tempo, houve uma intensa progressão tecnológica com o surgimento de “*pagers*”, assistentes pessoais digitais (“os palmtops”) seguidos dos telefones inteligentes (“*smartphones*”) e posteriormente os computadores comprimidos portáteis (“*tablets*”) (BOULOS et al., 2011; VENTOLA, 2014). Tais dispositivos móveis tiveram um grande impacto em todos os campos, inclusive na medicina, principalmente os *tablets* e *smartphones*, passando a facilitar o acesso a informação no ponto de cuidado (AUNGST, 2013; MURFIN, 2013; VENTOLA, 2014)smartphones, tablet computers. Tal fato só se tornou possível devido a crescente disponibilidade, quantidade e qualidade de softwares com aplicações (inclusive médicas) também chamados aplicativos móveis ou “apps” (VENTOLA, 2014).

Muitos dos Aplicativos são usados por profissionais que atuam nos cuidados da saúde (VENTOLA, 2014) e tem crescido o seu uso no campo médico (BIERBRIER; LO; WU, 2014). Já existem, no contexto de síndrome coronariana aguda, vários aplicativos, desde aqueles para auxiliar o atendimento de dor torácica, estratificação de risco, bulários com posologias, indicações e contraindicações de medicações até aqueles que auxiliam

na interpretação de exames como eletrocardiogramas, ecocardiograma, tomografias computadorizadas de coronária e cateterismo cardíaco e por fim alguns com algoritmos e guias que auxiliam na condução do caso.

METODOLOGIA

Foi realizada uma busca nas bases de dados MEDLINE, LILACS, SCieLO e sites de busca *Google* acadêmico, no período de janeiro de 2000 a novembro de 2019.

Os descritores (DeCS/ MeSH) selecionados, nos idiomas português e inglês, foram: Aplicativos, app, smartphone software, síndrome coronariana aguda, isquemia miocárdica e infarto do miocárdio.

A estratégia de busca inicial foi : Aplications OR app OR smartphone software AND acute coronary syndrome OR myocardial ischemia OR myocardial infarction.

Também serão incluídos adicionalmente a pesquisa, alguns artigos e diretrizes relevantes, contidas em citações de artigos pesquisados ou que constavam em referencias ou bibliografias dos textos previamente identificados.

RESULTADOS

Foram encontrados 5 artigos na busca textual ou pesquisa *desk,* nas bases de dados MEDLINE, LILACS, SCieLO. Dois desses artigos não se relacionavam diretamente ao tema. Ampliou-se a busca através da pesquisa ativa das referencias e citações de cada artigo previamente encontrados, perfazendo um total de 14 citações.

DISCUSSÃO

Na diretriz de síndrome coronariana aguda sem supradesnivelamento do segmento ST do American College of Cardiology e Amercian Heart Association, a síndrome coronariana aguda foi referida como um termo útil que envolve um espectro de condições compatíveis com isquemia e(ou) infarto agudo do miocárdio que, geralmente, são causados por uma redução abrupta do fluxo sanguíneo coronariano. O ponto chave de divisão ou subclassificação é a elevação do segmento ST ou surgimento de bloqueio de ramo esquerdo novo no eletrocardiograma (ECG) . Este ultimo é indicação imediata de angiografia coronariana para determinar a necessidade de terapia de reperfusão (normalmente via angioplastia)no intuito de recanalizar o vaso completamente ocluído (AMSTERDAM et al., 2014).

Na atualização das diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) sobre angina instável e infarto agudo do miocárdio sem supradesnivelamento do segmento ST cuja segunda edição foi em 2007, analisaram, através da formação de um grupo de trabalho com especialistas na qual consta um coordenador de normas, um coordenador da diretriz,

editores e membros, as principais evidencias em síndromes miocárdicas instáveis sem supra desnivelamento do segmento ST (SIMISSST) na época de sua edição e seguindo as normas de elaboração de diretrizes da SBC. Tais autores recomendam: 1 - Todos os pacientes devem ser avaliados e classificados em probabilidade alta, intermediária ou baixa de apresentarem SIMISSST (Recomendação classe I e nível de evidência B); 2 – Todos os pacientes com SIMISSST devem ser estratificados e classificados em risco alto, intermediário ou baixo de desenvolverem eventos cardíacos maiores. É recomendável a classificação por mais de um método, e o pior cenário deve ser levado em conta na s decisões quanto a condutas (Recomendação classe I e nível de evidência B); 3- Todos os pacientes com SIMISSST devem ser estratificados em classificados em risco alto, intermediário ou baixo de desenvolverem sangramento (Recomendação classe I e nível de evidência B).(NICOLAU et al., 2014).

Na ausência de elevação do segmento ST (Exceção pacientes com infarto de parede posterior), A SCASSST pode, ainda, ser subdividida com base em biomarcadores de necrose cardíaca (Ex. Troponina). Se tais biomarcadores estiverem elevados e o contexto clinico for apropriado, o paciente é considerado como um infarto agudo do miocárdio sem supradesnivelamento do segmento ST(IAMSSST); Caso contrário, será considerado angina instável(AI). Depressão de ST, elevação transitória de ST e(ou) inversões proeminentes de onda T podem estar ou não presentes , sendo que sua presença não altera o diagnóstico (AMSTERDAM et al., 2014).

As anormalidades eletrocardiográficas associadas a elevação isoladas de troponina deverão ser interpretadas de acordo com o contexto clinico. Assim AI e IAMSSST são condições intimamente relacionadas cujas patogênese e apresentação clinica são semelhantes, mas variam em gravidade. O principal fator diferencia é se a isquemia é grave o suficiente ao ponto de causar um dano miocárdico que libere quantidade detectável de biomarcadores de necrose cardíaca (AMSTERDAM et al., 2014).

Assim sendo, a necessidade de estratificação de risco de forma quantitativa para determinar estratégias para tratamento ambulatorial ou hospitalar, propiciando uma maior adequação de custos em função de maior eficácia terapêutica, se faz extremamente necessária (AMSTERDAM et al., 2014).

Na diretriz de síndrome coronariana aguda sem supradesnivelamento do segmento ST da European Society of Cardiology, ressaltava que o sintoma condutor que iniciará toda a cascata de diagnóstico e terapêutica é a dor Torácica. Pacientes com dor torácica característica terão que realizar um ECG nos primeiros 10 minutos de seu atendimento e, a partir do resultado deste exame, poderão ser classificados como: Síndrome coronariana aguda com supradesnivelamento do segmento ST(SCACSST) ou síndrome coronariana aguda sem supradesnivelamento do segmento ST(SCASSST), de acordo com a presença ou não dessa alteração eletrocardiográfica (ROFFI et al., 2016).

A avaliação quantitativa do risco isquêmico por meio de escores é superior a avaliação

clinica isolada. O grande desafio, nesses pacientes, é a integração da apresentação clinica com informações do ECG, valores de troponina e exames de imagem para adotar uma estratégia padronizada e eficaz. A avaliação inicial do risco no quadro agudo orientará a seleção do local de atendimento (unidades de terapia intensiva, intermediária ou comum), tipo de terapêutica e a necessidade ou não de realização de angiografia bem como o melhor momento para sua execução (ROFFI et al., 2016).

Na 4ª definição universal de infarto de 2018, ressalta que infarto agudo do miocárdio é definido patologicamente como a morte celular do miocárdio devido a isquemia prolongada (THYGESEN et al., 2018).

Não obstante, ressalta-se a importância dos biomarcadores: a troponina I e T, componentes do aparelho contrátil das células miocárdicas. A primeira não é praticamente detectada em tecidos não cardíacos enquanto que a segunda pode ser expressada em músculos esqueléticos. Outros marcadores de necrose miocárdica como o CKMB são menos sensíveis e específicos. Diz-se que há lesão ou injuria miocárdica quando os níveis sanguíneos de troponina ultrapassam o limite superior de referencia do percentil 99. Tal lesão pode ser aguda ou crônica dependendo se o aumento é recém detectado com padrão dinâmico de elevação ou queda dos níveis do biomarcador (THYGESEN et al., 2018).

Outro conceito importante que teve sua releitura foi a de isquemia miocárdica, que nada mais é que o passo inicial no desenvolvimento do infarto agudo do miocárdio(IAM). Ela resulta de um desequilíbrio entre oferta e demanda de oxigênio. Em um contexto clinico adequado, a isquemia pode ser identificada frequentemente através da anamnese e ECG. Os possíveis sintomas isquêmicos variam de combinações de dores no tórax, em membros superiores, mandíbula ou região epigástrica e tendem a piorar (ou iniciar) com o esforço. O desconforto pode ser difuso, não localizável e sem relação com posição ou esforço. Pode , inclusive, não haver dor, quadro denominado: Equivalente isquêmico, no qual predomina dispneia, fadiga ou palpitações. Em alguns raros casos a primeira manifestação é uma parada cardíaca. No entanto, esses sintomas não são específicos de isquemia miocárdica e podem ocorrer em condições gastrointestinais, neurológicas, pulmonares, musculoesqueléticas e cardíacas não isquêmicas (THYGESEN et al., 2018).

Foi realizada uma revisão sistemática sobre o impacto da tecnologia móvel portátil na prática médico-hospitalar e no cuidado dos pacientes. Foram feitas pesquisas baseadas nos princípios de revisões da Cochrane e do *Critical Appraisal Checklist for Systematic Reviews of Health Informations Evaluations* (CASP) através da utilização de múltiplas estratégias de buscas (devido problemas com indexações inadequadas e para ampliar o espectro de busca). Os termos MeSh utilizados foram "*computers, handheld*" complementados com palavras chaves identificadas como sinônimos. Sendo acrescentados os artigos identificados como relevantes presentes nas referencias dos previamente pesquisados. Um total de 2292 artigos foram inicialmente encontrados, 456 eram duplicados, 1347 foram excluídos após analise do titulo e outros 269 foram excluídos pós analise do resumo.

Foram excluídos 172 estudos não quantitativos e incluídos 6 revisões sistemáticas e 22 referencias pesquisadas. Outros 63 artigos foram excluídos por não se correlacionarem com medicina ou atuação médica ou por ter informações insuficientes. Um total de 13 estudos foram identificados e preenchiam os critérios de inclusão (publicados de janeiro de 200 a dezembro de 2007, estudos experimentais, avaliativos ou observacionais). Foram excluídos estudos de desenho tipo qualitativos, exercícios de beta testagem, pesquisa de prova de concepção, descrição de produtos, estudos de usabilidade, pesquisa de opiniões de patentes, padrões de uso médico e sobre facilidade de utilização. Os trabalhos foram categorizados em 3 temas de acordo com Bates e Gawande: Rápida resposta, prevenção de erros em medicações e manejo de dados e acessibilidade. Embora ainda haja escassez de dados nesse tema o estudo sugere que haja benefícios no uso de tecnologia móvel na área médica atribuídos a maior mobilidade, facilidade da comunicação entre profissionais bem como a portabilidade de grande escopo de informações e atualizações. Sendo que tais benefícios foram maiores onde o tempo e a rápida resposta eram fatores cruciais como no atendimento pré-hospitalar e em salas de emergência (PRGOMET; GEORGIOU; WESTBROOK, 2009).

Foi descrito o crescente aumento do uso de aplicativos na área médica. Dentre as principais utilizações desses softwares, estão o auxilio no diagnóstico, prognóstico e tratamento de algumas doenças. Tais Apps podem, ainda, fornecer auxílio no estágio de doenças ou promover acesso rápido a algoritmos de tomada de decisão. Foi relatado também o aumento de sistemas de escore clínico, os quais incluem calculadoras como a do grau e estádio de doença hepática (Ex. MELD), de risco de tromboembolismo pulmonar (Ex. Well's score) ou escore de avaliação de infarto (Ex. TIMI). Tais autores sugeriram, em ultima análise, que a maioria das calculadoras grátis para telefones portáteis são acuradas e podem ser usadas na prática clínica (BIERBRIER; LO; WU, 2014).

Foi relatado, em uma revisão da literatura, o surgimento de dispositivos computadorizados móveis inicialmente com os assistentes pessoais digitais (*Palmtops*), seguidos pelos telefones inteligentes (*smartphones*) e computadores portáteis compactos (*tablets*). Sendo a medicina uma das disciplinas profundamente afetadas pela disponibilidade de tais dispositivos que são "dirigidos" por uma quantidade cada vez maior de softwares e aplicativos (*apps*). Tais aplicativos englobam características como informação no momento do manejo, facilidade de comunicação com outros profissionais de cuidados de saúde, obtenção de informações (pesquisa e revisão da literatura, bulas de medicações e atualizações), auxilio no manejo do paciente (recursos, diretrizes, guias, calculadoras e outras ferramentas de decisão clinica), monitoramento do paciente educação e treinamento médico (VENTOLA, 2014).

Foi realizada uma revisão da literatura com discussão sobre vários aplicativos que utilizam *smartphones* em cardiologia. Os mesmos foram divididos conforme sua funcionalidade em: Detectores de arritmias, monitorização de sinais vitais, ecocardiografia,

exame físico, manejo de medicações, prevenção, saúde pública e pesquisa. Sistemas como o AliveCor ECG *device* captam, através de eletrodos, o ritmo cardíaco para triagem de fibrilação atrial enquanto aparatos para detecção de isquemia estão sendo desenvolvidos. A Airstrip desenvolveu uma plataforma de sistemas que integra ondas, exames de imagem e laboratoriais para monitorização via smartphones. Em insuficiência cardíaca já é realizado telemetria e tele monitorização para guiar intervenções reduzindo mortalidade e reinternação. O estudo MUSIC (MUlti *Sensor monitoring In Cardiac heart failure*) demonstrou que dispositivos de multi sensores tem sensibilidade de 65% e especificidade de 90% para prever re-hospitalização. Na ecocardiografia, aplicativos se utilizam de dispositivos semelhantes a um *probe* conectado ao smartphone com imagens comparáveis a de aparelhos tradicionais sendo mais custo efetivo e com informações armazenadas em nuvem. Estetoscópios digitais gravam e compartilham sons através de aplicativos com melhora da precisão do diagnóstico, discussão de casos e possibilitam consultas virtuais. Aplicativos com nomes, dosagens, interações e efeitos colaterais de medicamentos já são comuns e podem ,inclusive, aumentar a aderência dos pacientes. Existem aplicativos que estimulam a perda ponderal (através de recomendações dietéticas e cálculos de calorias/dia), o hábito de fazer atividade física e desencorajam a voltar a fumar. Aplicativos calculam glicemia e pressão arterial ou auxiliam na reabilitação cardíaca. Alguns, como o desenvolvido pela AHA para treinamento de reanimação cardiorrespiratória tem aumentado a eficácia e os resultados das equipes frente a paradas cardiovasculares. Existem também aqueles como o Apple's ResearchKit, Azumio App, iHealth, QuardioArm, AliveCor que que auxiliam na coleta de dados para pesquisa (NGUYEN; SILVA, 2016).

Foi desenvolvido e validado um aplicativo móvel para ensino e interpretação de ECG se utilizando da linguagem JAVA com participação de uma equipe multiprofissional composta por dois professores do curso de medicina e um da computação, um analista de sistemas, um programador e um design gráfico. Por se tratar de um aplicativo de processo de autoaprendizagem foi utilizada a metodologia *codesign* adaptada que tem cinco fases: Escopo, compreensão compartilhada, brainstorming, refinamento e implementação. Foram usados *kits* de desenvolvimento de *softwares* (SDK) para dispositivos Android e Apple específicos com uso das ferramentas IDE (*Integrated Developement Enviroment*), do Android *Studio*, do Android do Google com APIs (*Application Programming Interface*) e a biblioteca OpenCV (*Open Source Computer Vision*). Para análise de validação foram empregados os questionários do *System Usability Scale* (SUS) e um questionário para avaliar adequação de *softwares* para uso em educação médica previamente traduzido para o Brasil. 109 discentes tiveram acesso livre ao app por 6 semanas e depois responderam o questionário SUS. Os questionários tiveram boa confiabilidade pelo alfa de Cronbach (valor 0,74) e o aplicativo apresentou excelente aceitação (escore 85,3 na escala SUS). Adicionalmente 15 docentes a avaliaram o aplicativo pelo segundo questionário tendo a maioria concordado com a adequação do mesmo para uso em educação médica. O produto

finalizado foi considerado de boa usabilidade e adequado para a finalidade educacional sendo registrado no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (LIMA et al., 2019).

Em uma revisão da literatura previa também foi encontrado poucos artigos correlatos ao tema de aplicativos aplicáveis no cenário de síndrome coronariana aguda (ALBUQUERQUE et al., 2020) tal fato levanta duas hipóteses: A de que há poucos aplicativos voltados para síndrome coronariana e a de que apesar de um numero de aplicativos considerável, os mesmos não vêm sendo alvo de pesquisas, análises clinicas ou estudos científicos. Tendemos a acreditar na ultima, embora seja necessário mais dados e análises para provar tal teoria.

CONCLUSÃO

Através dessa revisão da literatura, se observou a importância do uso de aplicativos na síndrome coronariana aguda, tendo em vista a frequência cada vez maior de aplicativos moveis sendo amplamente utilizados em todas as áreas, inclusive na cardiologia. Tais instrumentos são ainda mais uteis nos chamados pontos de cuidados onde a rápida e correta decisão pode ser crucial no manejo do paciente, e é nesse ponto que se encontram as síndromes coronarianas. Não obstante a literatura sobre o assunto ainda é reduzida podendo ser alvo de futuros estudos para melhor conhecermos esse empolgante tema.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M.G.; PEDROSO, J.C.M.; CARVALHO Jr, J.C.; MARQUES, M.R.; ROZA, R.S.; FERREIRA, L.M. “Utilização de aplicativos (Apps) no cenário de syndrome coronarianas agudas: Uma revisão da literatura”. In: MARTINS, E.R. **Conteúdo Conceitual e Aspectos Práticos da Ciência da Computação**. Paraná°: Editora Atena, 2020. p. 297-305.

AMSTERDAM, E. A. et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Non–ST-Elevation Acute Coronary Syndromes. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 64, n. 24, p. e139–e228, dez. 2014.

AUNGST, T. D. Medical Applications for Pharmacists Using Mobile Devices. **Annals of Pharmacotherapy**, v. 47, n. 7–8, p. 1088–1095, jul. 2013.

BIERBRIER, R.; LO, V.; WU, R. C. Evaluation of the Accuracy of Smartphone Medical Calculation Apps. **Journal of Medical Internet Research**, v. 16, n. 2, p. e32, 3 fev. 2014.

BOULOS, M. et al. How smartphones are changing the face of mobile and participatory healthcare: an overview, with example from eCAALYX. **BioMedical Engineering OnLine**, v. 10, n. 1, p. 24, 2011.

LIMA, C. J. M. DE et al. Development and Validation of a Mobile Application for the Teaching of Electrocardiogram. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 43, n. 1 suppl 1, p. 157–165, 2019.

MURFIN, M. Know Your Apps: An Evidence-Based Approach to Evaluation of Mobile Clinical Applications: **The Journal of Physician Assistant Education**, v. 24, n. 3, p. 38–40, 2013.

NICOLAU, J. C.; TIMERMAN, A.; MARIN-NETO, J.A.; PIEGAS, L.S.; BARBOSA, C.J.D.G.; FRANCI, A. *et al*. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Angina Instável e Infarto Agudo do Miocárdio sem Supradesnivelamento do Segmento ST. **Arq Bras Cardiol**. v. 102, n.3, p. 1-61, mar. de 2014.

NGUYEN, H. H.; SILVA, J. N. A. Use of smartphone technology in cardiology. **Trends in Cardiovascular Medicine**, v. 26, n. 4, p. 376–386, maio 2016.

PRGOMET, M.; GEORGIOU, A.; WESTBROOK, J. I. The Impact of Mobile Handheld Technology on Hospital Physicians' Work Practices and Patient Care: A Systematic Review. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 16, n. 6, p. 792–801, 1 nov. 2009.

ROFFI, M. et al. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). **European Heart Journal**, v. 37, n. 3, p. 267–315, 14 jan. 2016.

ROMANO, E. R. et al. Prognostic Score for Acute Coronary Syndrome in a Private Terciary Hospital. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 2014.

SILVEIRA, D. S. et al. Validation of TIMI Risk Score for STEMI. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, 2016.

THYGESEN, K. et al. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018). **Circulation**, v. 138, n. 20, 13 nov. 2018.

VENTOLA, C. L. Mobile Devices and Apps for Health Care Professionals: Uses and Benefits. **Information Management**, p. 9, 2014.

CAPÍTULO 23

THEBUG: SOFTWARE MOBILE PARA IDENTIFICAÇÃO DE INSETOS

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão: 04/02/2021

Gabriel Al-Samir Guimarães Sales
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins–Campus Araguatins
Tocantinópolis – TO
http://lattes.cnpq.br/6935140399267871

Edson Almeida Silva Júnior
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins–Campus Araguatins
Augustinópolis – TO
http://lattes.cnpq.br/8250178537011574

Adeilson Marques da Silva Cardoso
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins–Campus Araguatins
Araguatins – TO
http://lattes.cnpq.br/2196000043019588

RESUMO: Para agricultores, identificar as pragas presentes nas lavouras e seus inimigos naturais, sem o auxílio de materiais didáticos, é de grande dificuldade. Além disso, é fato a falta de ferramentas interativas para estudar assuntos relacionados à Entomologia no meio acadêmico. Buscando uma alternativa para tais problemas, tal artigo apresenta o TheBug, software mobile que visa auxiliar os agricultores e a comunidade acadêmica por facilitar a identificação de pragas e agentes controladores naturais presentes nas lavouras, sem a necessidade de se conectar à internet, além de auxiliar no estudo das disciplinas de entomologia e biologia, de maneira prática e dinâmica, em nível fundamental, médio e superior. O projeto foi desenvolvido na plataforma Android Studio e divulgado por meio de oficinas a fim de se realizar o levantamento quantitativo e qualitativo a respeito da aceitação popular. Nesse sentido, tendo em vista os dados adquiridos a partir da disponibilização de um formulário avaliativo do aplicativo, constata-se que a aplicação se mostra como uma ferramenta útil e com potencial para auxiliar tanto a comunidade rural quanto acadêmica.

PALAVRAS-CHAVE: Catalogação, Thebug, Insetos, Pragas, Software.

THEBUG: MOBILE SOFTWARE FOR SPECIES IDENTIFICATION

ABSTRACT: To investigate, identifying pests present in crops and their natural enemies, without the aid of teaching materials, is of great difficulty. In addition, there is a lack of interactive tools for subjects related to Entomology in academia. Searching for an alternative to such problems, this article presents TheBug, a mobile software that aims to help students and the academic community by facilitating the identification of pests and natural driving present in crops, without the need to connect to the internet, besides helping in the study of the subjects of entomology and biology, in a practical and dynamic way, for primary, secondary and university students. The project was developed on the Android Studio platform and disseminated through workshops in order to get a quantitative and qualitative survey regarding popular acceptance. In this sense, in view of the data acquired from the availability of an application evaluation form, it appears that

the application proves to be a useful tool and with the potential to help both the rural and academic communities.

KEYWORDS: Cataloging, Thebug, Insects, Pests, Software.

1 I INTRODUÇÃO

De acordo com Medeiros (2010), a agricultura ajuda no crescimento da sociedade, resultando no desenvolvimento cultural, social e tecnológico. No entanto, o produtor rural passa por diversos problemas no cultivo de suas lavouras, como a identificação de pragas para seu controle e a falta de acesso a meios tecnológicos que o auxilie no processo.

Com o advento da tecnologia da informação e comunicação, que trouxe entre outros fatores a facilidade de acesso à erudição, o conhecimento tornou-se mais acessível, inclusive a respeito do controle e prevenção de pragas. Dessa forma, a recorrência de resultados lucrativos no ramo agronômico torna-se mais certa, visto que, Pereira (2018) ressalta que a falta de informação além de gerar uma população mal informada, interfere na qualidade e nos prazos que o produtor deve seguir para realização da entrega do produto.

Dessarte, as tecnologias ajudam em diversos fins na área agrícola, englobando desde o cultivo à colheita. Tendo em vista que o ramo agropecuário é de suma importância para a sociedade, faz-se deveras considerável o desenvolvimento de aplicações que auxiliem o processo de desenvolvimento e manutenção dessa área.

Com aplicações instaladas em dispositivos como smartphone, tablet e notebook, torna-se possível, de acordo com Maués et al. (2010), o acesso instantâneo às coleções biológicas que abrigam não só espécimes coletados e estudados, mas também informações associadas aos indivíduos e às populações de cada espécies.

Sousa (2010) aponta que a catalogação dos insetos é feita manualmente em um Livro de Registros, de forma a apresentar um risco a integridade dos dados, além da dificuldade no controle dessas informações. Para Medeiros (2010) os insetos são organismos muito importantes do ponto de vista ecológico, pois assumem diferentes papéis numa plantação. Dessa forma, ter o controle de informações a respeito de seus tipos, características e controle faz-se de suma importância.

Afim de solucionar tal problema, foi desenvolvido o TheBug, sistema mobile para identificação e catalogação de insetos. O software tem como objetivo auxiliar no controle de pragas e no reconhecimento de controladores naturais por parte de produtores, com foco em zonas rurais desprovidas de acesso à internet, e tornar o estudo das disciplinas de Entomologia e Biologia, prático e dinâmico, nos níveis fundamental, médio e superior.

O presente trabalho tem por propósito apresentar o TheBug como ferramenta para reconhecimento e catalogação de insetos, mostrando-se como uma alternativa às chaves dicotômicas utilizadas no meio acadêmico. Ademais, esclarecer como o sistema auxilia na filtragem de dados e estimula a autonomia dos agricultores no controle e preservação de

suas lavouras ao facilitar o acesso à informação, tornando o processo de identificação de insetos digital e incluindo a tecnologia no campo.

2 | METODOLOGIA

2.1 Estruturação do Software

Para desenvolvimento do sistema, utilizou-se a técnica de prototipagem de engenharia de software. Que segundo Nepomuceno (2012) permite a detecção precoce de problemas, reduzindo custos e melhorando a qualidade do sistema, além de permitir maior interação do usuário com o produto almejado. Tal fator decorre, pois o protótipo é uma versão inicial de um sistema de software, utilizado para mostrar conceitos, em geral, para conhecer mais sobre os problemas e suas possíveis soluções.

Para o desenvolvimento da aplicação mobile utilizou-se a IDE Android Studio, que segundo Dias (2018) é uma plataforma de desenvolvimento de aplicativos para dispositivos que executam o sistema operacional Android. Dias (2018) ressalta que durante a criação das aplicações a IDE traz um conjunto de bibliotecas e API do sistema, que facilitam o processo de construção, como utilitários para a compilação dos códigos.

O Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) utilizado no sistema é o SQLite, que de acordo com Owens (2006) é um banco de dados relacional incorporado de código aberto, conhecido por ser altamente portátil, fácil de usar, compacto, eficiente e confiável. Outrossim, sua API é disponibilizada pela IDE Android Studio.

A linguagem Java foi utilizada para formular os processos lógicos do aplicativo, uma linguagem de programação e plataforma computacional rápida, segura e confiável, lançada pela primeira vez pela Sun Microsystems em 1995 (Java, 2019). Ademais, para a construção da parte gráfica foi utilizada a linguagem de marcação XML, que segundo Almeida (2002) é uma linguagem que funciona como um conjunto de convenções utilizadas para a codificação de textos.

2.2 Avaliação do Aplicativo

No dia 10 de outubro de 2019 o aplicativo foi apresentado à comunidade acadêmica através da realização de uma oficina. Durante a prática os participantes, que totalizaram 19 alunos, receberam a versão beta para teste, com o intuito de levantar dados a respeito da eficiência e usabilidade do mesmo.

Dessa forma, um Formulário Google, que poderia ser acessado a partir do aplicativo, foi criado contendo 5 questões fechadas:

1. “Você já havia utilizado alguma outra ferramenta para catalogação e identificação de insetos?”
2. “O aplicativo é de fácil manuseio e intuitivo com relação às suas funcionalidades?”
3. “O aplicativo se mostrar como uma ferramenta útil para identificação de pragas e

controladores naturais nas mais diversas lavouras?”

4. “Você acredita que o aplicativo possui potencial para corroborar com a comunidade rural em geral na manutenção e preservação de suas produções?”

5. “Você utilizaria o TheBug como ferramenta para catalogação e identificação de pragas e controladores naturais em lavouras?”

As questões descritas possuíam afirmativas do tipo “Sim” e “Não” ou “Concordo Fortemente”, “Concordo”, “Discordo” e “Discordo Fortemente”.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Funcionamento do Software

O TheBug tem como principal função a busca por espécies do subfilo Hexapoda. Dessa forma, o aplicativo possibilita que o usuário encontre resultados a partir de diferentes modelos de pesquisa. Primeiramente, pode-se utilizar do método de pesquisa por palavra-chave, em que o usuário digita no campo determinadas características da espécie em questão, tais palavras são cruzadas com as informações do banco de dados, e então retorna o resultado. Ademais, é viabilizado um segundo método de pesquisa, em que o usuário escolhe dentre as opções disponíveis o tipo de espécies buscada (Abelha, besouro, etc) e da lavoura em questão (Maracujá, citros, etc), com o intuito de filtrar os insetos disponíveis no Banco de Dados. Os supracitados métodos de pesquisa podem ser observados na Figura 1.

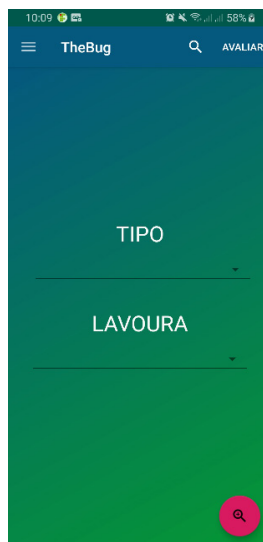



Figure 1. Tela de Busca do TheBug

Logo após a concretização da busca, o usuário é direcionado a uma segunda tela, ilustrada na Figura 2, onde o resultado é apresentado como uma série de imagens de espécies que possuem as características repassadas ao software pelo cliente. Assim, a partir de uma comparação entre a foto disponibilizada no banco de dados e a espécie buscada, o usuário poderá encontrar o que deseja.

Figura 2. Tela de Resultados do TheBug

Outrossim, nesta mesma tela, o usuário tem a opção de acessar informações adicionais a respeito do inseto, que podem ser observadas na Figura 3, como suas características físicas, nome popular e científico, principal impacto em lavouras e possíveis formas de controle, além de um link com a fonte da pesquisa para que, caso necessário, possa se obter maiores informações online. É importante destacar que todas as informações agregadas ao banco de dados do aplicativo foram adquiridas a partir de pesquisas realizadas por Erivaldo Alves Guimarães, fiscal da Agência de Defesa Agropecuária do Tocantins (ADAPEC-TO) e Técnico em Agropecuária.

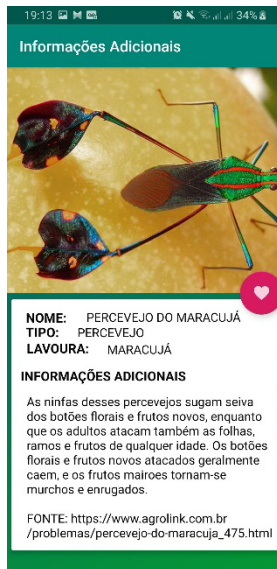



Figura 3. Tela de Informações Adicionais do TheBug

Para mais, tendo em vista que, de acordo com Moreira et al. (2006), o uso indiscriminado de inseticidas gera problemas para o meio ambiente, o homem e consequentemente para o desenvolvido da agricultura, faz-se necessária a consulta a especialistas para determinar possíveis formas de controle do caso em questão. Dessa forma, o aplicativo possui um método para compartilhamento das informações obtidas com o intuito de facilitar a comunicação entre o produtor e o profissional designado para a manutenção da fitossanidade do plantio.

3.2 Desempenho do Aplicativo

De modo a analisar a eficiência do TheBug, uma avalição qualitativa foi realizada, contendo entre os principais temas a originalidade do projeto, a usabilidade do aplicativo e a sua utilidade no ramo agropecuário.

Com o intuito de averiguar a originalidade do projeto, foi questionado se os alunos presentes já haviam utilizado alguma outra ferramenta para catalogação e identificação de espécies, obtendo como resultado 89.5% das respostas como negativas e que 10.5% teriam alguma vez buscado tais informações por outros meios, como é possível verificar na Figura 4, constatando a carência de aplicações como essa no ramo em questão.

Figura 4. Gráfico da utilização prévia de ferramentas para catalogação e identificação de insetos

Ademais, na tentativa de fazer um levantamento a respeito do manuseio e usabilidade do aplicativo, foi analisado se o mesmo era fácil de ser manuseado e intuitivo com relação às suas funcionalidades, obtendo 57,9% de respostas do tipo “Concordo fortemente” e 42,1% do tipo “Concordo”, demonstrado na Figura 5, totalizando 100% de respostas afirmativas para a questão.

Figura 5. Gráfico da usabilidade e manuseio do aplicativo

Seguidamente, para a obtenção de dados a respeito do potencial do aplicativo como ferramenta para catalogação e identificação de insetos no meio acadêmico e rural foi indagado aos presentes se consideravam o TheBug uma ferramenta eficiente para concretização de tal função, obtendo resultado 100% positivo para a questão, como é possível observar na Figura 6 e Figura 7.

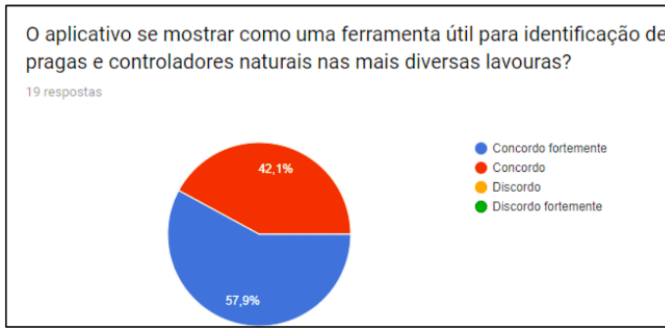



Figura 6. Gráfico a respeito da utilidade do aplicativo como ferramenta para identificação de insetos

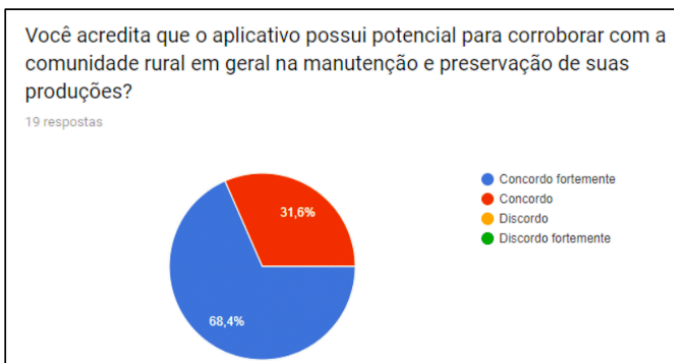



Figura 7. Gráfico a respeito do potencial do aplicativo para corroborar com a comunidade rural

Por fim, com o intuito de avaliar em geral a opinião do público a respeito do software, foi questionado se os alunos o utilizariam para identificação e catalogação de espécies, obtendo 84,2% de respostas positivas, resultado que pode ser verificado na Figura 8.

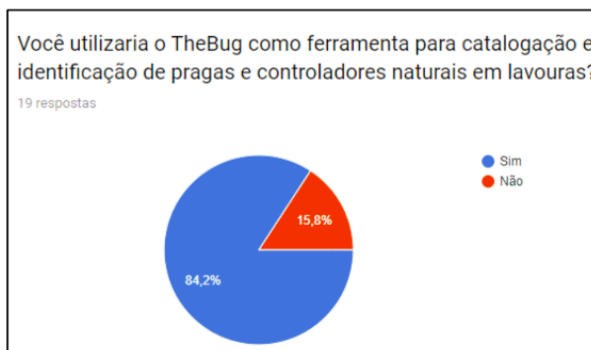



Figura 8. Gráfico a respeito da utilização do aplicativo

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fato a presente e discutida dificuldade para identificação de pragas e possíveis controladores naturais por parte da comunidade rural sem o auxílio dos devidos materiais de apoio, assim como, a carência de ferramentas que tragam novas abordagem metodológicas para o ensino de ciências da natureza no cenário acadêmico. Assim, o presente trabalho apresenta uma possível solução para tais problemas, usando a tecnologia mobile e buscando integra-la ao campo e à escola.

Tendo em vista os supracitados dados, adquiridos a partir da disponibilização de um formulário avaliativo do aplicativo, constata-se que a aplicação se mostra como uma ferramenta útil e com potencial para auxiliar tanto a comunidade rural quanto acadêmica.

Dessa forma, o TheBug pode contribuir para o desenvolvimento da comunidade em geral, tendo em vista que, de acordo com Medeiros (2010), a agricultura contribui no crescimento da sociedade, resultando no desenvolvimento cultural, social e tecnológico. Outrossim, fomenta o trabalho pedagógico, em nível fundamental, médio ou superior, pois qualifica-se como uma alternativa prática para o aprendizado de Entomologia.

Como próximo passo, o TheBug será disponibilizado com código aberto, com o intuito de fomentar o estudo à programação a partir da análise do trabalho. Para mais, não terá custos para utilização, pois objetiva-se auxiliar a população em geral no controle e identificação de insetos, assim como a comunidade científica.

Ademais, o banco de dados será constantemente atualizado, para garantir a exatidão dos resultados apresentados e a ampliação dos locais de utilização do aplicativo, e novas funções, como pesquisa a partir de fotos, serão adicionadas. Com o intuito de aperfeiçoar o projeto, a aplicação será desenvolvida a partir da análise de atuação e eficiência no ambiente acadêmico e rural, constituída de avaliações do aplicativo disponibilizadas para o usuário.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. B. **Uma introdução ao XML, sua utilização na Internet e alguns conceitos complementares.** Brasília, DF. 31 v, n. 2, p. 5-13, 2002.

DIAS, E. **Conceitos básicos para programar para Android.** Devmedia, 2018. Disponível em: https://www.devmedia.com.br/conceitos-basicos-para-programar-para-android/40112. Acesso em: 29 nov. 2018.

JAVA, Java. **"O que é Java?"**. Disponível em: https://www.java.com/pt_BR/. Acesso em: 19 set. 2019.

MAUÉS, M. M.; DE OLIVEIRA, P. E. A. M. **Consequências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia.** CEP, 38400 v., p. 902, 2010.

Medeiros, M. A. [et al.]. **Princípios e práticas ecológicas para o manejo de insetos-praga na agricultura**. Brasília: Emater-DF. 44p. 2010.

MOREIRA, M. D. [et al.]. **Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. Controle alternativo de pragas e doenças.** Viçosa: EPAMIG/CTZM, p. 89-120, 2006.

NEPOMUCENO, D. **Modelos Incremental, Espiral e de Prototipação.** 2012. Disponível em: http://engenhariadesoftwareuesb.blogspot.com/2012/12/blog-post.html. Acesso em: 29 nov. 2018.

OWENS, M. **The definitive guide to SQLite.** Apress, 2006.

PEREIRA, A. R. **Sistema Web para Mapeamento de Animais Peçonhentos e Pragas Urbanas.** In: IX Computer on the beach. 2018.

SOUSA, J. T. A. **Digitalização Do Acervo De Insetos Polinizadores Da Coleção Entomológica Da Embrapa Amazônia Oriental, Brasil. Belém - PA.** 14º Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA. 2010. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29181/1/JHULYSOUSA.pdf. Acesso em: 20 nov. 2018.

CAPÍTULO 24

UM ENSAIO SOBRE OS FUNDAMENTOS DA COMPUTAÇÃO QUÂNTICA

Data de aceite: 28/04/2021
Data de submissão: 05/02/2021

Fernanda Bernardes da Silva Melo
Universidade Federal de Ouro Preto, Programa de graduação em Engenharia da Computação
João Monlevade – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/9855188695494610

Ronan Silva Ferreira
Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Ciências Exatas e Aplicadas
João Monlevade – Minas Gerais
https://orcid.org/0000-0002-7623-1361

RESUMO: Uma das áreas do conhecimento mais relevante na atualidade é a computação quântica. Para se ter uma ideia, o verbete *Quantum Computation* aparece 4.750 vezes na base de dados acadêmica do Google[1], levando em conta apenas o ano de 2021. Pode-se dizer que este tema une ao menos duas grandes áreas: a física quântica e a ciência da computação. Particularmente, há uma interessante interface entre essas áreas: a inteligência artificial. Olhando especificamente para esta interface, temos dois aspectos cruciais: o aprendizado de máquina e a tomada de decisões. Estes temas terão profundas implicações com o que chamamos hoje de "supremacia quântica" - executar um algoritmo em um computador quântico que seja capaz de resolver um problema com uma aceleração "super-polinomial", comparada aos computadores clássicos. Neste ensaio, buscamos destacar os fundamentos da computação quântica elucidando os conceitos de emaranhamento, paralelismo e a incapacidade de produzir cópias da unidade básica da computação quântica: o bit quântico ou, simplesmente, qubit.
PALAVRAS-CHAVE: Computação quântica, Informação quântica, Emaranhamento quântico.

AN ESSAY ON THE FUNDAMENTALS OF QUANTUM COMPUTING

ABSTRACT: One of the most relevant areas of knowledge today is quantum computing. To give you an idea, the entry Quantum Computation appears 4.750 times in Google's academic database, considering only the year 2021. It can be said that this theme unites at least two major areas: quantum physics and science of computing. In particular, there is an interesting interface between these areas: artificial intelligence. Looking specifically at this interface, we have two crucial aspects: machine learning and decision making. These themes will have profound implications for what we now call "quantum supremacy" - running an algorithm on a quantum computer that is capable of solving a problem with "super polynomial" acceleration, compared to classic computers. In this essay, we highlight the fundamentals of quantum computation elucidating the concepts of entanglement, parallelism and disability to produce copies of the basic unit of quantum computation: the quantum bit or, simply, qubit.
KEYWORDS: Quantum computation, Quantum information, Quantum entanglement.

1 https://scholar.google.com/

1 | INTRODUÇÃO

Vinte e seis anos separam o lançamento do IBM 5150 (ou, simplesmente, IBM PC) ao momento em que os IPhones chegavam aos bolsos de milhares de pessoas, pouco depois de 9 de Janeiro de 2007[2]. Enquanto o conceito de arquitetura aberta da linha de produção do IBM PC inspirou a série *Halt and Catch Fire*, a invasão na cultura pop do tema Inteligência Artificial (IA) é algo extraordinário. Desde o longa *Metropolis* (1927)[3], passando por Ex-Machina[4] e o relacionamento Ser Humano IA (sem sinal de perda de popularidade para o tema) parecem nos preparar para algo maior. E a coisa tende a aumentar no universo ficcional, ao menos levando em conta os recentes desfechos da computação quântica. Mas será mesmo ficção científica?

Recentemente, a Google anunciou um feito que já podemos chamar de histórico. A gigante de tecnologia afirmou ter alcançado a supremacia quântica: executar um algoritmo em um computador quântico que seja capaz de resolver um problema com uma aceleração “super-polinomial”, comparada aos computadores clássicos (PRESKILL, 2012). Com o seu chip *Sycamore*, a empresa teria realizado uma operação matemática em 200 segundos que, por sua vez, levaria algo como 10 mil anos para ser executada em um moderno super computador (ARUTE et al., 2019), desses que já nos impressionam bastante. O resultado é contestado pela IBM, que afirma ser possível o cálculo em um de seus computadores clássicos em pouco mais de 48h, o que enfraqueceria a marca de “supremacia” (PEDNAULT et al.,2019) – afinal, qualquer um de nós poderia esperar o fim de um trabalho computacional de dois dias... Mas, o que está mesmo evidenciada é a afirmação de uma nova era para a computação. Nas próximas seções, iremos discutir alguns dos fundamentos da computação quântica.

2 | QUBIT

Um qubit $|\psi\rangle$pode ser entendido com *um sistema quântico de dois níveis* (COHEN-TANNOUDJI; LALOE; DIU, 2019) com um grau de liberdade, que pode assumir um de dois estados, digamos $|0\rangle$ ou $|1\rangle$[5]. Na prática, podemos tomar um sistema desses como sendo a polarização de um fóton ou o *spin* de uma partícula, por exemplo. Quando medimos o valor de um qubit, encontramos exatamente o que esperamos de um bit (clássico): 0 ou 1. A vantagem da versão quântica como unidade lógica de computação é o princípio de superposição que governa esses sistemas, que permite com que sua unidade básica esteja em mais de um estado simultaneamente, e não apenas 0 ou 1. Nesse sentido, o qubit é a unidade básica de computação, não o bit. Um qubit pode estar em uma infinidade de estados de superposição durante os cálculos computacionais. É uma espécie de

2 No Brasil, em 26 de setembro de 2008, com o iPhone 3G.

3 Do austríaco Fritz Lang, baseado no livro de Thea von Harbou.

4 Escrito e dirigido por Alex Garland.

5 Dirac notation.

paralelismo intrínseco. Podemos escrever um estado qualquer na forma

$$|\psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$$
$$= a\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix} + b\begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}$$
$$= \begin{pmatrix}a\\b\end{pmatrix}.$$

sendo a e b números complexos[6], em que $|a|^2 + |b|^2 = 1$ e na segunda linha usamos a notação matricial, dos vetores coluna. Por essa razão, dizemos que a probabilidade de obtermos o estado $|0\rangle$ é de $|a|^2$, enquanto para o estado $|1\rangle$ a probabilidade é igual a $|b|^2$. Aqui, $|0\rangle$ e $|1\rangle$ são vetores unitários que compõem uma base ortonormal: não há projeção de um sobre o outro. Dito de outra forma, se um qubit é medido em $|0\rangle$, então não foi medido em $|1\rangle$. Eu sei... É óbvio. Mas ajuda a enxergar a representação matemática a seguir.

Podemos representar o estado $|\psi\rangle = |0\rangle$ como um vetor na direção $\theta = 0$, no sentido $+\hat{x}$ (horizontal, para direita), enquanto $|\psi\rangle = |1\rangle$ na direção $\theta=\pi/2$, no sentido $+\hat{y}$ (vertical, para cima) - veja a figura abaixo.

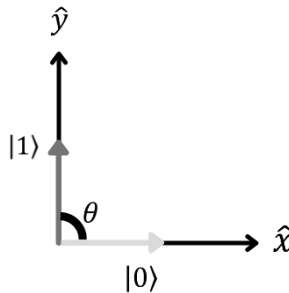



Figura 1 - Base computacional

Fonte: Autores.

Dessa forma, se rotacionarmos essa base de um ângulo , o efeito será

$$\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix},\begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix}cos\ \alpha\\-sen\ \alpha\end{pmatrix},\begin{pmatrix}sen\ \alpha\\cos\ \alpha\end{pmatrix}.$$

Observe que se girarmos de $\alpha = \pi/2$, teremos $\{-|1\rangle,|0\rangle\}$. Isso nada mais é que a base com componentes trocadas: $|0\rangle$ passa à vertical pra baixo, enquanto $|1\rangle$ horizontal para a direita. Dito de outra forma, todo o espectro de possibilidades pode ser mapeado em θ 0 [0, π] e α = [0, π/2]. Disso decorre que $\theta = 2\alpha$ e, de forma geral, podemos escrever:

6 Um número complexo possui a forma $z=x+iy$, em que $i = \sqrt{-1}$ é um operador de rotação no plano complexo *Im. vs. Re.*

$$|\psi\rangle = \alpha\begin{pmatrix} cos\,\theta/2 \\ -sen\,\theta/2 \end{pmatrix} + \beta\begin{pmatrix} sen\,\theta/2 \\ cos\,\theta/2 \end{pmatrix}.$$

3 | EMARANHAMENTO

Os qubits podem ser trabalhados de maneira conjunta. Neste ponto, a vantagem em se trabalhar com a versão quântica do bit é notória. Por exemplo, com dois bits, podemos descrever quatro estados: 00, 01, 10 e 11. Como o qubit pode estar em um estado de superposição, a mesma descrição desses quatro estados pode ser feita com apenas um qubit. A relação qubit *versus* bit para descrever um mesmo número de estados é descrita pela expressão $bits = 2^{qubits}$ (ver Tabela 1).

qubit	bit
1	2
2	4
4	16
8	256
10	1.024
n	2^n

Tabela 1 - Correspondência entre o número de bits e qubits para descrever um mesmo número de estados.

Fonte: Autores.

A combinação de dois qubits é descrita pelo produto tensorial de dois estados, $|\psi\rangle \otimes |\phi\rangle = |\psi\phi\rangle$. Para exemplificarmos isso, vamos usar o produto tensorial de uma das duas bases θ = 0º com ela mesma:

$$|00\rangle = \begin{bmatrix} \alpha_{11} = 1 \\ \alpha_{21} = 0 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} \beta_{11} = 1 \\ \beta_{21} = 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11}\beta_{11} = 1 \\ \alpha_{11}\beta_{21} = 0 \\ \alpha_{21}\beta_{11} = 0 \\ \alpha_{21}\beta_{21} = 0 \end{bmatrix}.$$

Portanto, a base do novo espaço vetorial combinado será {|00⟩, |01⟩, |10⟩, |11⟩} ou

$$\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right).$$

Com efeito, um estado qualquer deste espaço combinado pode ser descrito na forma

$$|\psi\rangle = a|00\rangle + b|01\rangle + c|10\rangle + d|11\rangle.$$

sendo ψ aqui uma superposição dos estados lógicos da base, em que *a, b, c, d* são amplitudes de probabilidade que cada um desses estados possa ocorrer. Dito de outra forma, devemos ter $a^2 + b^2 + c^2 + d^2 = 1$.

Até aqui podemos afirmar que dois qubits estejam *combinados*, mas não necessariamente *emaranhados*. A propriedade do emaranhamento irá depender da relação lógica $ad \neq bc$ entre as amplitudes de probabilidade "puras", *a* e *d*, e as "mistas" *b* e *c*. Para ilustrar o emaranhamento, vamos imaginar duas moedas quânticas, *M*1 e *M*2, que naturalmente possuem dois níveis: $|C\rangle$ e $|K\rangle$, respectivamente, *Cara* e *Coroa*. O estado combinado dessas duas moedas quânticas é dado por $|M1\ M2\rangle = m|CC\rangle + n|CK\rangle + p|KC\rangle + q|KK\rangle$. Para que essas moedas estejam emaranhadas, devemos ter $mq \neq np$. Por exemplo, $m = n = 1/2$, $p = 1/\sqrt{2}$ e $q = 0$. Imagine agora que, após serem emaranhadas, a moeda *M* 1 seja entregue a Alice e *M* 2 entregue a Bob, que estão separados geograficamente. Portanto, o primeiro qubit em $|M1\ M2\rangle$ está com Alice e o segundo com Bob. Do ponto de vista matemático, e de Alice, temos:

$$\frac{1}{\sqrt{2}}|C_A\rangle\left(\frac{1}{\sqrt{2}}|C_B\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|K_B\rangle\right) + \frac{1}{\sqrt{2}}|K_A\rangle(1|C_B\rangle + 0|K_B\rangle),$$

enquanto do ponto de vista de Bob

$$\frac{1}{\sqrt{2}}|C_B\rangle\left(\frac{1}{\sqrt{2}}|C_A\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|K_A\rangle\right) + \frac{1}{\sqrt{2}}|K_B\rangle(1|C_A\rangle + 0|K_A\rangle).$$

Observe que Alice pode encontrar sua moeda no estado $|C_A\rangle$ ou $|K_A\rangle$ com 50%, uma vez que as amplitudes de probabilidades são iguais a $1\sqrt{2}$ para ambos os casos. Entretanto, esses resultados para a moeda de Alice acarretam probabilidades diferentes para que Bob encontre sua moeda em um dos estados $|C_B\rangle$ ou $|K_B\rangle$. Se Alice encontrar, digamos, o estado $|C_A\rangle$, Bob pode encontrar sua moeda no estado $|C_B\rangle$ ou $|K_B\rangle$, ambos com 50% de chance. É o que nos diz o primeiro termo da equação. Lembre-se que se Alice encontra $|C_A\rangle$, o segundo termo vai a zero:

$$|C_A\rangle \longrightarrow \left(\frac{1}{\sqrt{2}}|C_B\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|K_B\rangle\right).$$

Por outro lado, se Alice encontra $|K_A\rangle$, Bob só pode estar com sua moeda no estado $|C_B\rangle$, uma vez que nesta situação a probabilidade de Bob encontrar sua moeda em $|K_B\rangle$ é nula,

$$|K_A\rangle \longrightarrow |C_B\rangle.$$

O emaranhamento, importante pilar da computação quântica, é uma consequência direta do princípio de superposição. Com ele, podemos fazer previsões sobre um determinado sistema *A* a partir de um sistema *B*, mesmo se eles estiverem separados a distâncias muito grandes, o que permite que informações sejam transmitidas a partir de

qubits.

Podemos obter um estado emaranhado a partir da base padrão, usando o Circuito de Bell, que retorna o que é conhecida como a *base de Bell*. Esse circuito é composto por uma porta lógica *Hadamard*[7] e uma porta CNOT, de maneira que a entrada é uma entrada padrão {|00⟩, |01⟩, |10⟩, |11⟩}, e a saída é do tipo:

$$Bell(|00\rangle) = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle),$$

$$Bell(|01\rangle) = \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle + |10\rangle),$$

$$Bell(|10\rangle) = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle - |11\rangle),$$

$$Bell(|11\rangle) = \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle - |10\rangle).$$

Para verificar que realmente trata-se de estados emaranhados, escrevemos:

$$|a\rangle = \alpha_1|0\rangle + \beta_1|1\rangle,$$

$$|b\rangle = \alpha_2|0\rangle + \beta_2|1\rangle.$$

Em que α e β são amplitudes de probabilidade. Fazendo o produto tensorial

$$|a\rangle \otimes |b\rangle = (\alpha_1|0\rangle + \beta_1|1\rangle) \otimes (\alpha_2|0\rangle + \beta_2|1\rangle)$$

$$= \alpha_1\alpha_2|00\rangle + \alpha_1\beta_2|01\rangle + \alpha_2\beta_1|10\rangle + \beta_1\beta_2|11\rangle).$$

Vamos comparar este resultado com o estado de Bell $\frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$. Observe que se fizermos $\alpha_1 \beta_2 = 0$, necessariamente, α_1 é 0 ou β_2 é 0, o que mostra que é impossível encontrar coeficientes tais que o estado final possa ser representado por um produto tensorial, o que é característico do estado emaranhado. Além disso, podemos perceber que as previsões se confirmam, uma vez que em $\frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle_A|1\rangle_B + |1\rangle_A|0\rangle_B)$ se o qubit *A* for medido e o resultado encontrado for "0", o resultado encontrado por *B* será "1" e vice-versa.

4 | TEOREMA DA NÃO-CLONAGEM

Nos computadores clássicos, podemos facilmente copiar informações de um lugar para outro, basta utilizarmos um CD ou disco rígido. Porém, nos computadores quânticos, é impossível a clonagem de informação (WOOTTERS; ZUREK, 1982).

Podemos demonstrar a cópia de um bit em um sistema clássico a partir da porta lógica "XOR", ou "ou exclusivo".

7 A representação matricial da porta *Hadamard* é dada por $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$.

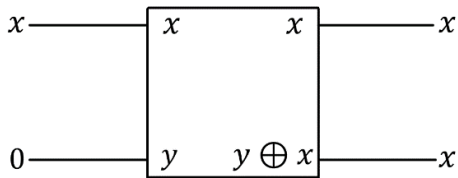



Figura 2 - Clonagem de um bit a partir da porta lógica XOR.

Fonte: Autores.

Observe que neste caso, o bit , que pode assumir valores 0 ou 1, realmente foi clonado, pois quando se aplica a porta XOR em um bit 0 e uma variável qualquer, pela tabela-verdade, a saída assumirá sempre o valor arbitrário da variável. Analogamente para os sistemas quânticos, temos a porta lógica CNOT. E se tentarmos clonar um estado quântico da mesma forma que clonamos um bit?

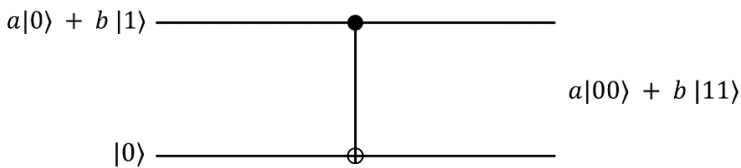



Figura 3 - Clonagem de um estado quântico a partir da CNOT.

Fonte: Autores.

A porta CNOT atua em dois bits simultaneamente, usando primeiro bit como controle. Se seu valor for 0 ela não faz nada, se for 1, ela altera o valor do segundo bit:

$$|00\rangle \rightarrow |00\rangle,$$
$$|01\rangle \rightarrow |01\rangle,$$
$$|10\rangle \rightarrow |11\rangle,$$
$$|11\rangle \rightarrow |10\rangle.$$

Dessa maneira, observe que a informação que *a* e *b* nos fornece, é a amplitude de probabilidade de que cada estado ocorra, e após a medição, todas as informações que a antecedem são perdidas, inclusive *a* e *b* iniciais.

Um modo mais formal para demonstrar o Teorema da Não-Clonagem é lembrando do princípio da linearidade da superposição: se dois estados são solução de um sistema, então a combinação linear desses dois estados também é uma solução. Suponha que desejemos clonar um estado hipotético $|\phi\rangle = \alpha_0|0\rangle + \beta_0|1\rangle$. Para realizar a clonagem, que é uma cópia

perfeita, usaremos um novo sistema quântico idêntico no mesmo espaço de Hilbert[8], com um estado inicial $|\psi\rangle = \alpha_1|0\rangle + \beta_1|1\rangle$. Este novo estado é independente do estado $|\phi\rangle$. O estado composto por $|\phi\rangle$ e $|\psi\rangle$ é o produto tensorial entre eles, que chamaremos de $|s\rangle$

$$|s\rangle = |\phi\rangle \otimes |\psi\rangle = |\phi\rangle|\psi\rangle.$$

Agora, devemos fazer uma observação: imagine que exista um operador capaz de copiar perfeitamente o estado de um qubit. O clone do estado $|\phi\rangle$ seria $|\phi\phi\rangle$

$$|\phi\phi\rangle = (\alpha_0|0\rangle + \beta_0|1\rangle)(\alpha_0|0\rangle + \beta_0|1\rangle).$$

O clone do estado $|\psi\rangle$ seria $|\psi\psi\rangle$

$$|\psi\psi\rangle = (\alpha_1|0\rangle + \beta_1|1\rangle)(\alpha_1|0\rangle + \beta_1|1\rangle)\ .$$

Então, se esses dois estados puderam ser clonados, a saída para a superposição deles deveria ser a superposição das saídas $|O_{output}\rangle = \alpha|\phi\phi\rangle + \beta|\psi\psi\rangle$. Mas o que queremos na verdade é:

$$|s\rangle|s\rangle = (\alpha|\phi\rangle + \beta|\psi\rangle)(\alpha|\phi\rangle + \beta|\psi\rangle).$$

Essa é uma cópia perfeita de $|s\rangle$. Desta maneira podemos observar que a impossibilidade de clonagem existe pela exigência de linearidade da superposição, pois o resultado que obteríamos, se houvesse um operador capaz de clonar perfeitamente um estado combinado, seria duas vezes este estado, que não corresponde a combinação linear dos estados iniciais.

Uma consequência deste teorema é a criptografia. Suponhamos que Alice queira enviar várias informações através de qubits para Bob, que atuaria como receptor nesta hipótese. É possível que haja algum outro receptor a espera de obter informações de terceiros. Mesmo que este receptor indesejado consiga, em uma hipótese remota, clonar um estado específico, ele não consegue ter acesso às informações enviadas.

5 I PARALELISMO QUÂNTICO

Em um processador clássico multinúcleo, o sistema operacional trata cada núcleo como um processador diferente e isso permite que os vários núcleos trabalhem simultaneamente resolvendo cada um, uma instrução diferente. Ora, pensando por esse lado, pelo princípio de superposição, um sistema quântico pode estar simultaneamente em mais de um estado, ou seja, um computador quântico possui um grau de paralelismo natural, já que um qubit pode estar em um estado de superposição coerente[9] entre os dois

8 É um espaço vetorial dotado de produto interno, ou seja, com noções de distância e ângulos. Todo produto interno em um espaço vetorial real ou complexo, dá origem a uma norma: $\|x\| = \sqrt{\langle x, x\rangle}$. Chamamos *H* um espaço de Hilbert se estiver completo com relação a essa regra.

9 Uma combinação linear de dois estados: $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1$.

estados tradicionais de um bit (0 e 1). Uma boa maneira para exemplificar e quantificar o paralelismo quântico, é por meio do algoritmo de *Deutsch*.

Seja a função $f(x)$, em que x possa assumir os valores binários 0 ou 1, definimos as funções f(0) e f(1) tais que:

$$\text{Solução} = \begin{cases} f(0) = 0 \;\text{ e }\; f(1) = 0, \\ f(0) = 1 \;\text{ e }\; f(1) = 1. \end{cases}$$

Desta forma, podemos classificar essa função como sendo constante quando f(1) e f(0) e balanceada quando f(0) ≠ f(1). Com a computação clássica, resolveríamos esse problema comparando x e $f(x)$ sucessivamente. Esse algoritmo seria da seguinte forma:

Se x = 0 e f(x) = 0

Se $x_1 = 1$ e $f(x_1) = 0$

então a função é constante

senão

então a função é balanceada

Se x = 0 e f(x) = 1

Se $x_1 = 1$ e $f(x_1) = 1$

então a função é constante

senão

então a função é balanceada.

O computador fará comparações até que o problema seja solucionado. Note que ele precisa verificar sempre, pelo menos uma vez, os valores de x e $f(x)$. Isso tem um custo computacional, tanto de processamento, quanto de memória. Na computação clássica, quando analisamos um algoritmo para conhecer seu gasto operacional, levamos em consideração as principais operações que serão realizadas por ele. Em um algoritmo como esse, a comparação feita entre a função e o seu resultado é a principal operação executada. Deste modo, o computador realiza duas operações para cada possível valor de x.

Para apenas a verificação de um valor de x, o número de operações parece irrisório. Porém, imagine que precisaremos verificar várias funções, em que x e $f(x)$ podem assumir tanto 0 quanto 1. Duas operações para cada valor já não parece mais tão insignificante.

O algoritmo de *Deutsch* propõe uma alternativa na computação quântica para a solução muito mais eficaz deste problema. Para demonstrá-lo, o primeiro passo é construir a operação unitária U_f que transforma o estado $|x\rangle|y\rangle$ em $|x\rangle|y \oplus f(x)\rangle$, em que $\oplus$ é conhecido como "ou exclusivo" ou adição módulo 2[10].

10 Uma forma de aritmética utilizada na computação onde não existe a propagação de bits, ou seja, a soma de 1 com 1 resulta em 0, e não em 10, pois não há *carry* (sobe 1) entre as casas binárias na operação.

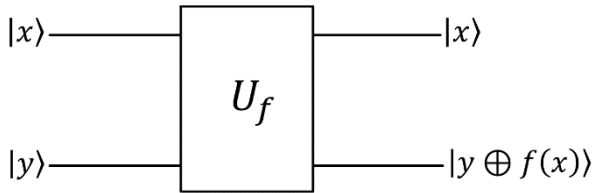



Figura 4 - Operador Uf.

Fonte: Autores.

Para melhor visualização, se aplicarmos U_f em uma entrada padrão, ou seja, os estados da base {|00⟩,|01⟩,|10⟩,|11⟩} obtemos:

$$U_f|00\rangle = |0\rangle|0 \oplus f(0)\rangle,$$

$$U_f|01\rangle = |0\rangle|1 \oplus f(0)\rangle,$$

$$U_f|10\rangle = |1\rangle|0 \oplus f(1)\rangle,$$

$$U_f|11\rangle = |1\rangle|1 \oplus f(1)\rangle.$$

O diferencial da computação quântica, é que ela nos permitirá, em vez de simplesmente iniciar com uma entrada padrão, usar portas lógicas quânticas para preparar uma entrada superposta de |0⟩ e |1⟩. Para preparar os qubits de entrada em uma superposição, usamos uma porta *Hadamard* atuando em cada um deles. Desse modo o operador U_f atua sobre o estado superposto, como mostra a figura 5, que apresenta o circuito responsável pela execução do algoritmo de *Deutsch*.

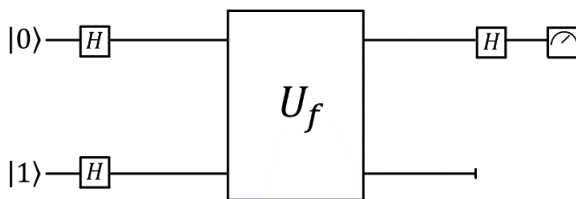



Figura 5 - Circuito de Deutsch.

Fonte: Autores.

Uma porta *Hadamard* prepara o primeiro qubit |0⟩ na superposição (|0⟩ + |1⟩)/√2 e a outra prepara o segundo qubit |1⟩ em (|0⟩ - |1⟩)/√2. Para facilitar a visualização e a execução manual do algoritmo, primeiramente aplicaremos a operação U_f no estado generalizado |x⟩

$(|0\rangle - |1\rangle)/\sqrt{2}$. Desta forma, testaremos os possíveis valores de 0 e 1 a fim de encontrar uma equação geral. Teremos que:

- Se f(0) = 0 e f(1) = 0
    - Para $x = 0$

$$U_f|0\rangle\frac{(|0\rangle - |1\rangle)}{\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{|0\rangle(|0 \oplus f(0)\rangle - |0\rangle|1 \oplus f(0)\rangle)}{\sqrt{2}}.$$

Como neste caso, $f(0) = 0$, então $0 \oplus f(0) = 0$ e $1 \oplus f(0) = 1$. Prosseguindo, obtemos:

$$U_f\frac{|0\rangle(|0\rangle - |1\rangle)}{\sqrt{2}} = \frac{(|00\rangle - |01\rangle)}{\sqrt{2}}.$$

- Para $x = 1$

$$U_f|1\rangle\frac{(|0\rangle - |1\rangle)}{\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{|1\rangle(|0 \oplus f(1)\rangle - |1\rangle|1 \oplus f(1)\rangle)}{\sqrt{2}}$$

$$U_f\frac{|1\rangle(|0\rangle - |1\rangle)}{\sqrt{2}} = \frac{(|10\rangle - |11\rangle)}{\sqrt{2}}.$$

Realizando as mesmas operações para $f(0) = 1$ e $f(1) = 1$, $f(0) = 0$ e $f(1) = 1$ e $f(0) = 1$ e $f(1) = 0$, encontramos uma equação geral para demonstrar como o computador quântico pode ser capaz calcular a função em apenas uma execução. Assim, devemos observar o que existe em comum entre todos os resultados encontrados ao aplicar o operador U_f nas entradas possíveis. Analisando, chegamos à conclusão que qualquer entrada pode ser descrita seguindo a equação:

$$(-1)^{f(x)}|x\rangle\frac{(|0\rangle - |1\rangle)}{\sqrt{2}}.$$

Com a equação generalizada, vamos verificar agora, a entrada superposta obtida através portas *Hadamard* na entrada do circuito de Deutsch, como mostra a figura 5. Como o estado inicial de $|x\rangle|y\rangle$, é $|0\rangle|1\rangle$, a entrada que o operador U_f recebe é um estado que pode ser descrito como:

$$|I_{input}\rangle = \left[\frac{|0\rangle + |1\rangle}{\sqrt{2}}\right] \otimes \left[\frac{|0\rangle - |1\rangle}{\sqrt{2}}\right].$$

Calculando o produto tensorial, temos:

$$|I_{input}\rangle = \frac{|0\rangle}{2}(|0\rangle - |1\rangle) + \frac{|1\rangle}{2}(|0\rangle - |1\rangle).$$

Assim, chegamos em um estado de superposição linear de $|0\rangle$ e $|1\rangle$, em que cada porção da equação é equivalente à probabilidade de o valor da entrada x ser 0 ou 1. Com isso, o próximo passo é substituir esses valores na equação generalizada:

$$U_f|I_{input}\rangle = (-1)^{f(0)}\frac{|0\rangle}{2}(|0\rangle - |1\rangle) + (-1)^{f(1)}\frac{|1\rangle}{2}(|0\rangle - |1\rangle).$$

Se a função é constante, ou seja, $f(1) = f(0)$, os fatores $(-1)^{f(0)}$ e $(-1)^{f(1)}$ tornam-se um fator comum, já que os expoentes são iguais, sejam eles 0 ou 1. Sendo um múltiplo da soma, podemos colocá-lo em evidência. E já que são iguais, pode ser tanto $f(0)$ quanto $f(1)$, mudando apenas a escrita

$$U_f|I_{input}\rangle = (-1)^{f(0)}\left[\frac{|0\rangle}{2}(|0\rangle - |1\rangle) + \frac{|1\rangle}{2}(|0\rangle - |1\rangle)\right].$$

A porção da equação que está dentro dos colchetes é exatamente a entrada superposta gerada através das portas *Hadamard* no começo do circuito. Assim, podemos reescrevê-la, já que o primeiro qubit ainda deve passar por uma porta *Hadamard* ao final do circuito, para que possa ser medido

$$U_f|I_{input}\rangle = (-1)^{f(0)}\left[\frac{|0\rangle + |1\rangle}{\sqrt{2}}\right]\left[\frac{|0\rangle - |1\rangle}{\sqrt{2}}\right].$$

Rearranjado, o estado gerado pelo operador U_f está pronto para passar pela porta *Hadamard*. Ora, se observarmos na figura 5, apenas o primeiro qubit passará pela porta, ou seja, apenas $(|0\rangle + |1\rangle)/\sqrt{2}$. Este é o estado $|0\rangle$ quando aplicada *Hadamard*. Dessa forma, o que acontece quando aplicamos novamente a porta é justamente o processo inverso, e o qubit volta ao seu valor .

Se a função é balanceada, ou seja $f(0) \neq f(1)$, os fatores $(-1)^{f(0)}$ e $(-1)^{f(1)}$, são diferentes, onde $f(0) = 0$ e $f(1) = 1$ ou $f(0) = 1$ e $f(1) = 0$. Desta forma, para saber o que acontece com a equação quando aplicada a porta *Hadamard*, calculamos:

- Se $f(0) = 0$ e $f(1) = 1$

$$U_f|I_{input}\rangle = (-1)^0\frac{|0\rangle}{2}(|0\rangle - |1\rangle) + (-1)^1\frac{|1\rangle}{2}(|0\rangle - |1\rangle)$$

$$U_f|I_{input}\rangle \left[\frac{|0\rangle - |1\rangle}{\sqrt{2}}\right]\left[\frac{|0\rangle - |1\rangle}{\sqrt{2}}\right].$$

Observe que agora, a porta *Hadamard* será aplicada ao primeiro qubit $(|0\rangle - |1\rangle)/\sqrt{2}$, e esse estado é a superposição criada ao aplicar-se essa porta ao qubit de estado inicial $|1\rangle$. Assim, a operação inversa será realizada e o qubit retornará ao valor $|1\rangle$. O mesmo ocorre quando fazemos $f(0) = 1$ e $f(1) = 0$, adicionando um coeficiente (-1).

Feito isso, a conclusão em que chegamos é que quando a função é constante, ao final do algoritmo medimos $|0\rangle$, e quando a função é balanceada, medimos $|1\rangle$. Observe que $f(0) \oplus f(1) = 0$ se $f(0) = f(1)$ e $f(0) \oplus f(1) = 0$ se $f(0) \neq f(1)$. Com apenas uma medida, o computador quântico responde se a função é constante ou balanceada, enquanto o computador clássico necessitaria de duas medidas para cada *x*.

6 | CONCLUSÃO

A busca pela compreensão dos fundamentos da Computação Quântica é importante por ser um tema em evidência, com implicações para o futuro da tecnologia. Neste ensaio, abordamos alguns aspectos essenciais que são a base para a computação quântica. Graças ao princípio de superposição, propriedade que faz com que a computação quântica tenha um grau de paralelismo natural, há uma grande promessa envolvendo a inteligência artificial e o aprendizado de máquina. Além disso, a impossibilidade de cópia e a capacidade de troca de informações permitida através do emaranhamento abrem portas para uma criptografia mais segura e eficaz.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Iniciação Científica PIVIC/UFOP.

REFERÊNCIAS

PRESKILL, J. **Quantum computing and the entanglement frontier**. arXiv preprintarXiv:1203.5813, 2012.

ARUTE, F., ARYA, K., BABBUSH, R. et al. **Quantum supremacy using a programmable superconducting processor**. Nature 574**,** 505–510, 2019.

PEDNAULT, E. et al. **Leveraging secondary storage to simulate deep 54-qubit sycamore circuits**. arXiv preprint arXiv:1910.09534, 2019.

WOOTTERS, W., ZUREK, W. **A single quantum cannot be cloned**. Nature 299**,** 802–803, 1982.

BENENTI, G., CASATI, G., STRINI, G. **Principles of quantum computation and information**. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2005.

LUO, M.-X. **A nonlocal game for witnessing quantum networks**. Nature Publishing Group, v. 5, n. 1, p. 1–6, 2019.

OHEN-TANNOUDJI, C.; LALOE, F.; DIU, B. **Quantum mechanics**. Wiley-Vch, 2019.

NIELSEN, M., CHUANG I. **Quantum Computation and Quantum Information**. Cambridge University Press, 2010.

SOBRE O ORGANIZADOR

ERNANE ROSA MARTINS - Doutor em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa, em Porto/Portugal. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação, Graduação em Ciência da Computação e Graduação em Sistemas de Informação. Professor de Informática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Câmpus Luziânia) ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE), certificado pelo IFG no CNPq. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1543-1108. Personal homepage: https://ernane martins.wordpress.com/

ÍNDICE REMISSIVO

A

B

C

D

M

O

P

R

S

T

U

V

W

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A PLURIVALÊNCIA DA ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO E SEU AMPLO CAMPO DE APLICAÇÃO

Ano 2021